

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE VETERINARIA

Departamento de Medicina y Cirugía Animal



TESIS DOCTORAL

**Estudio ecográfico del estómago, duodeno proximal y descendente en
el perro de raza Bulldog Francés**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Hernán L. Fominaya García

Directores

**Pilar Llorens Pena
Fernando Rodríguez Franco
Jesús Rodríguez Quirós**

Madrid, 2016

Estudio ecográfico del estómago, duodeno proximal y descendente en el perro de raza Bulldog Francés

Tesis Doctoral

HERNÁN L. FOMINAYA GARCÍA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE VETERINARIA
Departamento de Medicina y Cirugía Animal

Madrid, 2015



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE VETERINARIA
Departamento de Medicina y Cirugía Animal



**ESTUDIO ECOGRÁFICO DEL ESTÓMAGO, DUODENO
PROXIMAL Y DESCENDENTE EN EL PERRO DE RAZA
BULLDOG FRANCÉS**

TESIS DOCTORAL

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR PRESENTADO POR
HERNÁN L. FOMINAYA GARCÍA

BAJO LA DIRECCIÓN DE LOS DOCTORES

Dra. Pilar Llorens Pena

Dr. Fernando Rodríguez Franco

Dr. Jesús Rodríguez Quirós

MADRID, 2015



La Dra. Pilar Llorens Pena, el Dr. Fernando Rodríguez Franco y el Dr. Jesús Rodríguez Quirós, Profesores de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid

CERTIFICAN:

que la Tesis Doctoral titulada **“Exploración ecográfica del estómago, duodeno proximal y descendente en el perro de raza Bulldog Francés”** presentada por D. Hernán L. Fominaya García, ha sido realizada bajo su dirección y supervisión.

Se considera que tiene la debida calidad para su presentación y defensa y, para que así conste firman el presente informe

en Madrid, a 14 de Octubre de 2015.

Dra. Pilar Llorens Pena

Dr. Fernando Rodríguez Franco

Dr. Jesús Rodríguez Quirós

A mis hijos: María, Elena y Hernán
Para mis queridos Vanesa y Curro
Quiero acordarme siempre de vosotros

Agradecimientos

Agradecimientos

Cuando se termina una etapa es inevitable echar la vista atrás. Poner en una balanza el tiempo dedicado a realizar este trabajo, robado principalmente a tus seres queridos, familia y amigos, tiene que tener, sin duda, un contrapeso, una satisfacción que compense todos los sacrificios realizados.

La satisfacción de la vida, que pone en tu camino a aquellas personas generosas que son capaces de acompañarte durante tu camino y que te apoyan en los momentos más complicados, te animan y estimulan a continuar con ilusión tu proyecto, te transmiten el amor por el trabajo bien hecho y despiertan en ti una vocación por vivir tu profesión como un estímulo constante empeñado en crecer tanto profesional como personalmente.

A mis compañeros de la Facultad y de Departamento. Donde realizo parte de mi actividad profesional desde hace ya 14 años, son un ejemplo de dedicación, apasionados de la docencia, muy generosos a la hora de compartir su conocimiento. A las Dras. Pilar Llorens Pena, Natalia Díez Bru e Isabel García Real con las que tengo el privilegio de compartir la pasión por el Diagnóstico por la Imagen.

Al Dr. Fernando Rodríguez Franco. A veces tienes el privilegio de estar al lado de personas que desinteresadamente te dedican tiempo y te contagian su ilusión. Te conocí como mi profesor, luego, compañero de trabajo y ahora un amigo.

Al Dr. Jesús Rodríguez Quirós. Compañero y amigo. Siempre me sorprende tu labor discreta. Gracias por tu orientación durante todos estos años.

A Juan Antonio Cámara. Esto, sin su determinación, no hubiese sido posible. Mi alumno, compañero y amigo siempre diligente y eficaz en su colaboración. A Javier Fernando Rivas Guerrero, desde la distancia también me acompañó en este trayecto.

A mis compañeros de trabajo en VETSIA y Los Madrazo, Hospitales Veterinarios donde desarrollo la mayor parte de mi actividad profesional. Ellos han crecido conmigo, y lo que hoy soy es parte gracias a ellos. Miguel Ángel, Jose Ramón, Gemma, Susana, Toñi, Lidia, Araceli, Elena, Nico, Fran, Elena... y así hasta completar la lista de todos mis compañeros que día a día me demuestran, con su profesionalidad, la transcendencia de nuestro trabajo.

Y por último, y no menos importantes, a todos mis compañeros de profesión, que siempre han confiado en mí. Que me han abierto las puertas de sus centros de trabajo y han compartido conmigo su pasión por nuestros pacientes, permitiéndome colaborar con ellos. Siempre me he sentido una persona privilegiada por poder compartir mi trabajo con tantos Colegas y este trabajo es, en parte, reflejo de su colaboración.

Me siento afortunado.

A todos los que nombro y, a los que sin nombrar, llevo en mi corazón....

GRACIAS.

Índice

Índice

1. Resumen	1
2. Summary	9
3. Introducción	17
4. Revisión bibliográfica	21
4.1. Historia de la ecografía	24
4.1.1. Historia del estudio del sonido	24
4.1.2. Desarrollo histórico de la ecografía en medicina humana	26
4.1.3. Desarrollo histórico de la ecografía en medicina veterinaria	30
4.1.4. La ecografía en la medicina veterinaria actual	31
4.2. Principios básicos. Fundamentos de ecografía	35
4.2.1. Física del sonido	35
4.2.2. Interacción de los ultrasonidos con las estructuras orgánicas	36
4.2.3. Modos de exploración ecográfica	38
4.2.4. Transductores. Formación del ultrasonido	39
4.2.5. Definición de los planos de corte. Orientación del transductor	41
4.2.6. Ajuste del equipo. Panel de control	42
4.2.7. Ecogenicidad y principios de interpretación ecográfica	44
4.2.8. Artefactos de la imagen	45
4.3. Anatomía del estómago y duodeno del perro	48
4.3.1. Anatomía del estómago y duodeno	48
4.3.2. Anatomía topográfica del estómago y del duodeno	50
4.3.3. Vascularización del estómago y del duodeno.....	51
4.3.4. Inervación del estómago y del duodeno	54

4.3.5. Histología del estómago y del duodeno	55
4.3.5.1. Histología del estómago	55
4.3.5.2. Histología del duodeno	57
4.3.6. Peristaltismo fisiológico del estómago y del duodeno	58
4.4. Imagen ecográfica del estómago y del duodeno del	
perro	60
4.4.1. Imagen ecográfica normal del estómago y del duodeno	60
4.4.2. Imagen ecográfica en las principales patologías digestivas	65
4.4.2.1. Imagen ecográfica en las principales patologías gástricas	65
4.4.2.2. Imagen ecográfica en las principales patologías del intestino delgado	71
5. Justificación	77
6. Objetivos del estudio	81
7. Material y método	85
7.1. Material	87
7.1.1. Animales utilizados en el estudio	87
7.1.2. Variables estudiadas	89
7.1.3. Equipamiento	90
7.1.3.1. Ecógrafos y transductores	90
7.1.3.2. Almacenamiento de imágenes y recogida de datos. Software .	92
7.1.3.3. Otros materiales y fungibles	93
7.2. Método	94
7.2.1. Preparación del paciente.....	94
7.2.1.1. Condiciones previas	94
7.2.1.2. Rasurado	94
7.2.1.3. Sujeción y posicionamiento	95
7.2.2. Protocolo de exploración	96

7.2.3. Establecimiento de los puntos de medición	101
7.2.4. Recogida de datos	106
7.2.5. Análisis estadístico de los datos	106
8. Resultados	109
8.1. Imagen ecográfica de estómago y duodeno del Bulldog Francés	111
8.2. Resultados cuantitativos en animales en ayuno	116
8.2.1. Descripción estadística de la muestra	119
8.2.1.1. Análisis de normalidad de la muestra	119
8.2.1.2. Caracterización de las variables estudiadas	120
8.2.1.3. Caracterización de las medidas obtenidas	122
8.3. Análisis estadístico de los resultados	123
8.3.1. Análisis de la relación estadística entre las variables estudiadas....	123
8.3.2. Análisis de la relación entre las diferentes medidas obtenidas	125
8.3.3. Análisis del factor sexo y los resultados obtenidos	126
8.3.4. Análisis del factor peso y los resultados obtenidos	131
8.3.5. Análisis del factor edad y los resultados obtenidos	140
8.3.6. Cálculo de rectas de regresión de las variables y medidas obtenidas	150
8.4. Resultados cuantitativos en fase postprandial	158
8.4.1. Análisis de resultados ayuno / postprandial	160
9. Discusión	165
9.1. Discusión del material y método	167
9.1.1. Discusión del material	167
9.1.2. Discusión del método	170
9.1.2.1. Discusión de las condiciones previas y preparación del paciente	170

9.1.2.2. Discusión del establecimiento de los puntos de control	171
9.1.2.3. Discusión del método de exploración	172
9.2. Discusión de la imagen ecográfica del estómago y del duodeno	176
9.3. Discusión de los resultados cuantitativos	182
9.3.1. Discusión de la relación entre las diferentes medidas obtenidas ...	186
9.3.2. Discusión del análisis del factor sexo y los resultados obtenidos ...	187
9.3.3. Discusión del análisis del factor peso y los resultados obtenidos ...	187
9.3.4. Discusión del análisis del factor edad y los resultados obtenidos ...	193
9.3.5. Discusión del análisis de resultados ayuno / postprandiales	198
9.3.6. Discusión de los resultados obtenidos en las diferentes regiones anatómicas	200
10. Conclusiones	203
11. Referencias bibliográficas	207

Resumen

1. Resumen

La exploración ecográfica del tubo digestivo es compleja y debe contemplarse dentro del protocolo diagnóstico de los pacientes con sintomatología digestiva como una técnica complementaria a otras técnicas de diagnóstico por imagen, fundamentalmente de la radiología. Estas técnicas de diagnóstico por la imagen, en un número elevado de casos, serán útiles para la aproximación al diagnóstico de las principales patologías que afectan al tubo digestivo en el perro.

La ecografía abdominal requiere una mayor pericia por parte del explorador. La presencia de contenido alimenticio y gas dentro de su luz es una barrera que ha retrasado el uso de esta técnica como herramienta diagnóstica del sistema digestivo. El estudio ecográfico del estómago y duodeno proximal es, por sus características anatómicas y por su posición en abdomen craneal, más compleja que otras estructuras abdominales. Unas condiciones previas adecuadas que preparen el paciente, el desarrollo de protocolos de exploración apropiados y la descripción del patrón ecográfico y establecimiento de las medidas de normalidad para los diferentes pacientes serán imprescindibles para la realización correcta y completa de una ecografía de esta región.

El conocimiento de la física del sonido, así como su interacción con las diferentes estructuras del organismo y el reconocimiento de los artefactos ecográficos son fundamentales para poder desarrollar un examen correcto de la cavidad abdominal y más concretamente de esta porción del tubo digestivo.

Un adecuado conocimiento de la anatomía del estómago y duodeno es imprescindible para poder establecer su paralelismo con el protocolo de exploración y con su patrón ecográfico normal. Las relaciones anatómicas con las diferentes estructuras abdominales y su vascularización, completarán el reconocimiento ecográfico del tubo digestivo.

Algunos autores establecen un protocolo de exploración general para el estudio del tubo digestivo, siendo muy escasas las publicaciones que describen un protocolo de exploración detallado para la región del estómago y del duodeno proximal y descendente del perro. Las particularidades de esta región no son contempladas en la mayoría de los casos.

La descripción detallada del protocolo de exploración del tubo digestivo resulta imprescindible para la identificación de ventanas acústicas adecuadas que permitan visualizar correctamente las diferentes estructuras que van a ser estudiadas. Esta descripción es compleja y ha sido analizada a partir de los protocolos generales ya establecidos. Son escasas las menciones que se refieren a las particularidades debidas a la morfología de las diferentes razas caninas y, en ningún caso, descritas de forma detallada.

El patrón ecográfico normal del sistema digestivo ha sido descrito también de forma general, con alguna referencia a las particularidades del estómago y unión gastroduodenal, no contemplándose de forma individualizada el estudio y caracterización ecográfica de las diferentes partes del estómago, del duodeno proximal y descendente.

Por último y, una vez descrito el patrón de normalidad, se hace una revisión de las principales patologías que afectan a esta porción del tubo digestivo y la descripción ecográfica de estas, para, poder así, comprender la importancia del desarrollo de una adecuada técnica de exploración y estandarización de los patrones normales.

La introducción en el estudio de perros de una única raza (Bulldog Francés) pretende poner en evidencia y valorar las diferencias que debido a las características peculiares de esta raza (peso, volumen y conformación) puedan influir en el desarrollo del protocolo de un estudio ecográfico, en el patrón ecográfico de la región estudiada y en los valores de medición obtenidos en los diferentes puntos de control establecidos.

Los objetivos del estudio en consecuencia son claros, en primer lugar definir un protocolo de exploración adecuado para la raza Bulldog Francés, para poder establecer los rangos estándar de las medidas de fundus gástrico, cuerpo del estómago, canal pilórico, píloro, capa muscular del píloro, duodeno proximal y descendente y poner en evidencia los cambios que sufre el grosor de la pared cuando se compara un grupo control con otro en fase postprandial.

Los animales incluidos en este estudio fueron explorados por el servicio de referencia de diagnóstico ecográfico del Hospital Veterinario Los Madrazo de Madrid y en el servicio de diagnóstico por imagen del Hospital Clínico Veterinario Complutense de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid. Para este estudio se exploraron 93 perros de raza Bulldog Francés de más de tres meses de edad. Los criterios de exclusión incluían, entre otros aspectos, padecer cualquier patología digestiva o haber sido sometidos a tratamientos médicos en los tres meses anteriores a la exploración.

Se analizó otro grupo que incluía a 16 perros (incluidos en el grupo anterior) denominado grupo postprandial, a los que se alimentó y, posteriormente, se repitió el examen ecográfico.

Los resultados obtenidos después de las exploraciones se analizaron estadísticamente, revisándose las diferentes regiones y analizándolas con respecto al sexo, edad y peso de los animales, así como a la fase de ayuno y postprandial. Se obtuvo un patrón de los datos de distribución normal y diferentes valores estadísticos, incluyendo medias, desviaciones estándar y otros.

El protocolo de exploración se realizó con el paciente en decúbito dorsal con una aproximación a través del abdomen ventral. La exploración ecográfica fue ordenada y sistemática, comenzando por el fundus gástrico, continuando por cuerpo del estómago y canal pilórico, píloro y su capa muscular, duodeno proximal y descendente, describiéndose los cortes más adecuados para la obtención de las imágenes estándar. Posteriormente y tras alimentar a 16 perros, se repitió la

exploración transcurrido una hora de la ingesta siguiendo, con el mismo protocolo y realizando las mismas medidas que en el grupo de ayuno.

El protocolo anteriormente descrito para el estudio del estómago, unión gastroduodenal y duodeno descendente en los perros de raza Bulldog Francés no precisa de un abordaje intercostal derecho para el estudio del píloro y duodeno proximal, mostrándose el abordaje ventral adecuado para la visualización de estas regiones.

Existen particularidades en el patrón ecográfico de las diferentes regiones examinadas. El duodeno proximal muestra un engrosamiento de la capa submucosa, entre el píloro y la curvatura craneal del duodeno, con una interfase ecogénica más prominente en esta sección, su transición al duodeno descendente es característica por el engrosamiento de la capa mucosa hasta adquirir su grosor característico. El píloro se mostrará como una transición en la que la capa muscular adquiere su grosor máximo.

El estudio del grosor de la pared del estómago y duodeno muestra una nula relación con el sexo de los perros. La edad, cuando es contemplada como una variable continua se muestra relacionada directamente con el grosor del fundus gástrico y duodeno descendente. El análisis del grosor de la pared digestiva y el peso de los animales muestra una relación estadística directa excepto para los valores obtenidos en el canal pilórico. Las medidas obtenidas en fase postprandial muestran una disminución del espesor de la pared con una relación estadísticamente significativa.

Este estudio concluye que el protocolo de exploración ecográfica del estómago y duodeno propuesto permite una evaluación correcta, reproducible y de fácil realización a través de una ventana abdominal ventral. Las diferentes regiones anatómicas del estómago y duodeno presentan un grosor diferente entre ellos y con rangos de confianza característicos, por lo que deben ser estudiados de forma independiente en cada individuo. El grosor de la región del píloro es superior al del

resto de regiones del estómago; y el duodeno descendente presenta un grosor de su pared superior al resto de regiones del tubo digestivo medidas. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el grosor del estómago y duodeno atendiendo al sexo. En cambio, si existen diferencias estadísticamente significativas en función del peso de los animales, excepto en la región del canal pilórico. Únicamente se evidenciaron diferencias estadísticamente relevantes en el grosor de la pared del fundus gástrico y del duodeno descendente en función de la edad.

El grosor de la pared del estómago y duodeno debe ser estudiada en fase de ayuno, cuando es más fácilmente estandarizable. En el presente estudio se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se realizó en fase postprandial.

Finalmente se establecen los rangos de normalidad para las diferentes regiones del estómago y del duodeno en perros de raza Bulldog Francés en ayuno. Para el fundus gástrico el valor medio es de $3,8 \pm 0,13$ mm, para el cuerpo de estómago es de $3,6 \pm 0,11$ mm, para el canal pilórico es de $4,3 \pm 0,14$ mm, para el píloro es de $4,7 \pm 0,16$ mm, para la capa muscular del píloro es de $2,3 \pm 0,11$ mm, para el duodeno proximal es de $4,1 \pm 0,12$ mm y para el duodeno descendente es de $4,9 \pm 0,12$ mm.

Los valores de los rangos de medida estándar obtenidos en este estudio pueden ser una herramienta objetiva a utilizar en individuos de esta raza, para el estudio de pacientes con patologías que afecten a estas regiones.

Summary

2. Summary

Ultrasound exploration of the digestive tract is complex and must be included within the diagnostic protocol of patients with digestive symptoms as a complement to other imaging techniques such as radiology. These diagnostic imaging techniques, in an important number of cases, will be useful in diagnosing the main pathologies that affect the digestive tract in dogs.

The abdominal ultrasound exam requires great expertise from the sonographer. The presence of alimentary contents and gas inside the digestive tract is a barrier that has delayed the use of this technique as a diagnostic tool of the digestive system. The ultrasound exploration of the stomach and proximal duodenum is more complex than that of other abdominal structures because of their anatomical characteristics and their cranial position in the abdomen. The correct preparation of the patient, the use of appropriate exploration protocols and the description of the echographic patterns and the physiological dimensions for different patients will be essential for a correct abdominal examination.

The knowledge of the physics of sound, its interaction with different body structures and the recognition of ultrasound artifacts are fundamental for a correct examination of the abdomen and, particularly, the digestive tract.

An appropriate knowledge of the anatomy of stomach and duodenum is essential to establish their correspondence with physiologic findings and their normal echographic patterns. The anatomic relationships with different structures and their vasculature will complete the echographic examination of the digestive tract.

Some authors describe a general examination protocol for the study of the digestive tract. There are few publications that describe a detailed protocol for the study of stomach and proximal and descendent duodenum in the dog. The distinctive features of this region are rarely taken into account in most cases.

A detailed description of the exploration protocol of the digestive tract is essential to identify the acoustic windows that will allow a correct visualisation of the structures object of study. This is a complex description and has been analysed based on pre-established general protocols. There are few references to morphologic particularities of different dog breeds and none of them are described in detail.

The normal echographic pattern of the digestive tract has also been generally described with few references to the particularities of the stomach and the gastroduodenal junction. There are no studies that individually describe the different parts of the stomach and proximal and descendent duodenum.

Once the normal patterns have been described, a review of the main pathologies and their echographic description is made, that will allow to understand the importance of an adequate examination technique and standardization of the normal patterns.

The inclusion of a single breed (French Bulldog) in this study expects to demonstrate and evaluate the differences which, due to the peculiar characteristics of this breed (weight, volume and configuration), might be of influence in the development of the protocol of an ultrasound study, in the echographic pattern of the studied region and in the measurements obtained at the established points of control. Consequently, the objectives of the study are clear. First of all, to define an adequate examination protocol for the French Bulldog breed that will allow to establish the standard range of the measurements of the gastric fundus and body, pyloric antrum, pylorus, pyloric muscular layer and proximal and descendant duodenum, and show evidence of the changes in the thickness of the wall when comparing a control group with another one in post-prandial phase.

Animals included in this study were explored by the reference echographic diagnostic service of the Los Madrazo veterinarian hospital in Madrid and the imaging diagnostic service of the Hospital Clínico Veterinario Complutense of the Universidad Complutense de Madrid. For this study, ninety-three French Bulldogs

over three months of age were explored . The exclusion criteria included, among others, suffering from any digestive pathology or having been medically treated in the three months prior to the study.

Sixteen of the ninety-three dogs were included in another group, the postprandial group, whose exploration was repeated after having been fed.

The results obtained after the examinations were statistically analysed, and each region was reviewed according to patients' sex, age, weight and pre or postprandial phase. The result was a normal distribution pattern and different statistic values such as means, standard deviations, etc.

The exploration protocol was performed with the patient in dorsal recumbent position and the approach was through the ventral abdomen. The examination was organised and systematic, starting at the gastric fundus and then body, pyloric antrum, pylorus and its muscular layer, and proximal and descendent duodenum. Slices needed to obtain standard images were described. Afterwards, sixteen dogs were fed and the exploration was repeated one hour later with the same protocol and measurements as in the fasting group.

For the previously described exploration protocol, a right intercostal approach was not necessary to study the stomach, gastroduodenal junction and descendent duodenum in French Bulldogs. The ventral approach was adequate to visualise these structures.

There are particularities for each region explored. The proximal duodenum shows a thickened submucosal layer, between pylorus and cranial duodenal flexure, with a prominent echogenic interface. Its transition to descendent duodenum is characterised by a thickening mucous layer. The pylorus is shown as a transition where the muscular layer reaches its maximum thickness.

The study shows there is no relationship between stomach and duodenum thickness and sex. When age is considered as a continuous variable, it has a direct relationship with gastric fundus and descendent duodenum's thickness. The analysis of gastric wall thickness and weight of the animals shows a direct statistic relationship, except for the values obtained in the pyloric antrum. Measurements obtained in the postprandial phase show thickness reduction with a statistically significant relationship.

This study concludes that the suggested protocol for the echographic exploration of stomach and duodenum allows a correct evaluation, which can be reproduced and is easy to perform through a ventral abdominal approach. Different anatomic regions of the stomach and duodenum have different wall thickness with their own confidence interval, so they must be studied independently for each individual. The thickness of the pyloric region is greater than that of the rest of the stomach; and the wall of the descendent duodenum is thicker than that of the rest of the digestive tract. There was no evidence of significant statistic differences of wall thickness related to sex, but there were significant differences based on weight of the animals, except for the pyloric region. There was evidence of differences depending on age only for the gastric fundus and descendent duodenum.

Gastric and duodenal wall thickness must be studied in fasting phase, when it is easier to standardise. In this study, statistically significant differences were found when the exploration was performed in postprandial phase.

Finally, normal ranges of wall thickness of different regions of the stomach and duodenum for French Bulldogs in a fasting phase are established. For the gastric fundus, the average value is 3.8 ± 0.13 mm; for the stomach body it is 3.6 ± 0.11 mm; for the pyloric antrum it is 4.3 ± 0.14 mm; for the pylorus it is 4.7 ± 0.16 mm; for the muscular layer of the pylorus it is 2.3 ± 0.11 mm; for the proximal duodenum it is 4.1 ± 0.12 mm; for the descendent duodenum it is 4.9 ± 0.12 mm.

The standard measurement ranges obtained in this study are an objective tool that can be used in the study of patients of this breed with gastric and duodenal pathologies.

Introducción

3. Introducción

Desde que en los años 60 aparecen los primeros artículos de ecografía veterinaria, el desarrollo de esta técnica de diagnóstico por la imagen ha sufrido una transformación vertiginosa, coincidiendo a su vez con un marcado desarrollo tecnológico de nuestra sociedad. La tecnología al servicio de la medicina ha permitido la aplicación de todos estos conocimientos en beneficio de nuestros animales domésticos.

Durante las siguientes décadas los clínicos veterinarios descubrieron las virtudes que presentaba la ecográfica en la evaluación de los tejidos blandos de la cavidad abdominal. La valoración de la morfología y estructura de las diferentes vísceras abdominales aportarían un nuevo criterio de evaluación para el clínico, alcanzando en nuestros días un papel fundamental dentro de las técnicas de diagnóstico por la imagen.

El desarrollo de la ecografía digestiva ha tenido que superar las limitaciones que en un principio fueron planteadas. Estas se referían a la propia anatomía del sistema digestivo, al tratarse de una estructura hueca con la presencia de contenido gaseoso y alimenticio que produce numerosos artefactos, los cuales planteaban un reto a aquellos veterinarios que empezaban a familiarizarse con esta técnica. No fue hasta iniciada la década de los 90, cuando se comenzó a describir la ecografía como una técnica de diagnóstico por la imagen que podría aportar una nueva perspectiva al estudio del sistema digestivo.

La ecografía digestiva comprende la evaluación del tubo digestivo incluido en cavidad abdominal, las glándulas digestivas abdominales (hígado y páncreas), su drenaje linfático y su vascularización.

La exploración ecográfica del estómago y de la porción proximal del duodeno es, por su complejidad anatómica y situación topográfica en abdomen craneal, más

compleja que otras estructuras abdominales. La presencia de contenido puede dificultar la evaluación correcta de su pared haciendo imprescindible unas condiciones previas que disminuyan la presencia de contenido en su luz y optimicen el estudio ecográfico.

Las principales ventajas de la ecografía como herramienta diagnóstica en medicina digestiva son su inocuidad, tanto para el manipulador como para el paciente, así como el no requerir, en principio, sedación o anestesia del paciente, ni el uso de medios de contraste.

El establecimiento de un protocolo del estudio ecográfico ha permitido la estandarización del examen y, por tanto, la obtención de hallazgos ecográficos y de medidas que objetivamente pueden ser analizadas y señaladas desde el punto de vista de la normalidad. De esta forma, estos hallazgos y medidas pueden ser comparados con los obtenidos en determinadas patologías, lo que, sin duda, permite un avance significativo para la aproximación al diagnóstico de diferentes enfermedades digestivas.

Revisión bibliográfica

4. Revisión bibliográfica

El término “ecografía” deriva de la palabra compuesta *ecotomografía* que procede semánticamente de las raíces del griego, eco que significa sonido, tomos sección y grafía, escritura. La definición más ajustada desde el punto de vista semántico es “la obtención de imágenes de cortes en un plano determinado en dos dimensiones a partir de la emisión de un sonido”.

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española recoge el término ecografía: *“Técnica de exploración del interior de un cuerpo mediante ondas acústicas, que registra las reflexiones o eco producidas en su propagación por las discontinuidades internas. Se emplea en medicina”*.

Otros sinónimos utilizados son la ultrasonografía o ecosonografía. Se incluye como un procedimiento de diagnóstico por imagen o imagen médica en el que se incluyen todas aquellas técnicas que utilizan o se basan en la obtención de imágenes para establecer un diagnóstico. Estas son la radiología, resonancia magnética (RMI), tomografía axial computerizada (TC), tomografía por emisión de positrones (PET) y gammagrafía.

4.1. Historia de la ecografía

4.1.1. Historia del estudio del sonido

La historia y el estudio del sonido está enlazada intrínsecamente con la historia de las ondas. Una de las primeras referencias al sonido que lo definen como una onda se encuentra en una declaración hecha por Aristóteles (384 a 322 a. C.) que comprobó que el sonido consistía en contracciones y expansiones del aire "cayendo sobre y golpeando el aire próximo", una forma acertada de expresar la naturaleza del movimiento de las ondas. Posteriormente Galileo demostró que el tono de las ondas se ve determinado por su frecuencia y no por la velocidad de las mismas, como postuló Aristóteles.

Aunque algunos animales (como delfines y murciélagos) han usado el sonido para la detección de objetos durante millones de años, el uso de estos para detectar objetos por parte de humanos fue registrado por vez primera por Leonardo Da Vinci en 1490, cuando propuso detectar barcos en el mar mediante la utilización de un tubo hueco sumergido en el agua por un extremo, acercando un oído a su extremo no sumergido. En 1794, Lazzaro Spallazani describió como el murciélago era capaz de emitir un sonido inaudible por el hombre (ultrasonido) y utilizarlo para orientarse en la oscuridad.

Entre 1630 y 1680 se realizaron diferentes estudios y mediciones experimentales, destacando la del investigador Marin Mersenne, enfocados a determinar la velocidad del sonido en el aire. Isaac Newton (1642-1727) obtuvo la fórmula para calcular la velocidad de una onda en un medio sólido, uno de los pilares de la física acústica, publicada en una de sus obras clave, "*Philosophiæ naturalis principia mathematica*" (1687).

El siglo XVIII supone el inicio del conocimiento de los ultrasonidos. Dos mecanismos, el silbato de Galton y el diapason, son capaces de producir ondas ultrasónicas y facilitar así su estudio. En 1877, Lord Rayleigh publica el libro titulado

“*The Theory of Sound*”, primera obra que aborda las leyes del comportamiento del sonido. A finales del siglo XVIII el músico y físico alemán Ernst Chladni (1756- 1827), considerado por algunos como el “Padre de la acústica”, publicó sus obras de investigación sobre el cálculo de la velocidad y propagación del sonido para diferentes gases. En 1842 el físico austriaco Christian A. Doppler establece su hipótesis sobre la variación aparente de la frecuencia de una onda percibida por un observador en movimiento relativo frente al emisor. Este efecto se le conoce hoy como efecto *Doppler*.

En 1880, los hermanos Marie y Pierre Curie hicieron un descubrimiento clave en la historia del desarrollo de la ecografía. Observaron que cuando se aplicaba presión sobre cristales de cuarzo, turmalina o sal de Rochelle (tartrato sódico potásico), se generaba una carga eléctrica directamente proporcional a la fuerza aplicada. A este fenómeno se le denominó “efecto piezoeléctrico” (Loriot y col., 1997). Además se demostró que la aplicación rápida de cambios de potencial eléctrico sobre el cristal, los hacía vibrar (efecto piezoeléctrico inverso).

La evolución del SONAR (“*Sound Navigation And Ranging*”) para la identificación de objetos sumergidos en agua esta ampliamente vinculada con la historia del desarrollo de la ecografía. Los primeros precursores del SONAR datan de 1838, cuando Charles Bonnycastle intentó dar a conocer los fondos marinos mediante un sondeo acústico. Esta investigación se consideraba fundamental para poder realizar la instalación de las líneas telegráficas submarinas y avanzar en la seguridad de la navegación de barcos de larga distancia. Bonnycastle no obtuvo el resultado esperado, pero proporcionó las bases para que nuevos investigadores trabajasen la idea en las siguientes décadas (Donald, 1974).

El desastre del *Titanic* en 1912, fue decisivo para impulsar el uso del sonido para la “ecolocalización” submarina. La primera patente del mundo sobre un dispositivo de este tipo fue concedida al meteorólogo inglés Lewis Richardson un mes después del hundimiento del famoso barco (*Richardson, M.L.F. 1912. Apparatus of warning a ship at sea of its nearness to large objects wholly or partly under water.*

Br. Pat. N° 1125). No fue hasta abril de 1914 cuando el canadiense Reginald Fessenden construyó un sistema experimental que podía detectar un iceberg a dos millas de distancia, si bien era incapaz de determinar en qué dirección se hallaba.

El físico francés Paul Langevin, junto con el ingeniero electrónico ruso Constantin Chilowski, trabajaron en el desarrollo de dispositivos activos de sonido en 1915, creando el primer generador piezoeléctrico de ultrasonidos, tal y como se conoce actualmente, en el que un único cristal servía como emisor y receptor. Este generador pronto fue utilizado durante la I Guerra Mundial para detectar submarinos.

El uso del sonar no se limitó al campo militar. Pronto comenzó a utilizarse para la evaluación de los cascos de los barcos en busca de fallas o grietas (Loriot y col., 1997), trabajando para ello independientemente Sproule y Firestone en 1941, aunque sus resultados no fueron publicados hasta que la segunda gran guerra terminó en 1946.

4.1.2. Desarrollo de la ecografía en medicina humana

En los años posteriores a la I Guerra Mundial, Thomas Brown e Ian Donald desarrollaron la primera máquina portátil de ultrasonido de contacto y estudiaron muchas de las primeras aplicaciones clínicas de la ecografía.

La primera aplicación clínica exitosa del ultrasonido se reportó por el neurólogo y psiquiatra austriaco Karl Dussik junto con su hermano, el físico Friederick, durante los años 1940 y 1947. Los hermanos Dussik introdujeron el *Hiperfonógrafo* y lo utilizaron para obtener una eco-imagen de los ventrículos del cerebro por vía transcraneal, utilizando un sistema rudimentario de transmisión acústica con una interfaz acuática, con lo que debían sumergir la cabeza del paciente en un recipiente con agua. Ese mismo año se publica el artículo "*Der Ultraschall in der Medizin*" cuyos autores, Gohr y Wedekind, describen la posibilidad

de detectar tumores o abscesos en el cerebro aplicando la reflexión del sonido (Newman y Rozycki, 1998).

Pero los estudios de las aplicaciones clínicas del diagnóstico por ultrasonidos se vieron obstaculizados por el énfasis de sus aspectos destructivos. Langevin describía la destrucción de bancos de peces y la sensación de dolor propio al introducir la mano en el tanque de agua sometida a ultrasonidos. En 1944, Lynn y Putnam trataron de utilizar la ecografía para la destrucción del tejido cerebral en animales de experimentación. Los ultrasonidos originaban considerables daños en los tejidos dando lugar a una amplia variedad de secuelas neurológicas, describiéndose variables efectos, desde la ceguera temporal hasta la muerte. Estudios posteriores confirmaron la aplicación clínica e inocuidad del ultrasonido de uso diagnóstico.

El Dr. George Ludwig experimentó en 1949 con el objeto de detectar cálculos biliares y cuerpos extraños incrustados en tejidos utilizando una tecnología similar al SONAR. También hizo investigaciones sobre la velocidad de los ultrasonidos en los tejidos, y como resultado obtuvo una velocidad media de propagación del sonido en los tejidos biológicos blandos de 1540 m/seg.

La década de los años 50 marca un enorme progreso en esta novedosa técnica diagnóstica. En 1951, Wildd y Reid son responsables de una serie de publicaciones ilustradas con imágenes ecográficas de tumores mamarios, del riñón normal y de un tumor muscular. Usando el modo A ecográfico y un transductor de 1,5 MHz en un tanque de agua, demostraron un patrón de ecos diferente para las diversas capas intestinales, logrando diferenciar tres de sus capas y, alcanzando a distinguir el patrón normal de aquellos con infiltración tumoral (Wildd, 1950). A pesar de que el apoyo de la comunidad médica y financiero fue mínimo, Wildd, en colaboración con el Ingeniero John M. Reid, desarrolló el sistema de exploración bidimensional (modo B) entre los años 1951-1956 e introdujo el primer escáner portátil de contacto para la exploración de la mama, además de transductores transrectales y transvaginales (Donald, 1974).

Mientras tanto, Douglas Howry se centró más en el desarrollo de equipos y en la teoría de la acústica, la fisiología y la ingeniería aplicada de la ecografía, en lugar de sus aplicaciones clínicas. Trabajando junto con E. Bliss, un ingeniero electrónico, comenzó la construcción del primer ecógrafo en modo B en el año 1949. Posteriormente, en 1951, trabajó con el nefrólogo Joseph Holmes desarrollando el primer escáner de contacto lineal. En los años siguientes, Howry se esforzó por eliminar las sombras y ecos extraños que impedían la obtención de imágenes de calidad. Desarrolló en 1954 el "*somatoscopio*", un escáner compuesto circunferencial (Meire, 1995). En este equipo el transductor estaba montado sobre una corona de rotación lo que permitía obtener imágenes desde diferentes ángulos, preservando los ecos reales o de gran amplitud y eliminando los ecos secundarios. Pero la desventaja es que el paciente debía permanecer inmóvil y sumergido durante largos periodos de tiempo, lo que hacía esta técnica poco práctica en el ámbito clínico.

A principios de 1960, W. Wright y E. Myers se unieron al equipo de investigación de Howry para hacer frente al problema del sistema de acoplamiento en baño de agua. El resultado de este esfuerzo en equipo fue la producción de un escáner de contacto directo, apareciendo, en 1961, el prototipo del primer escáner de contacto de Estados Unidos. Durante este tiempo Ian Donald, pionero en la investigación en Inglaterra, usó un detector de fallas del casco de los barcos en modo A para diferenciar tejidos de naturaleza quística y fibrótica en el ovario. Donald, junto con sus colaboradores, desarrolló el escáner de contacto bidimensional, evitando así la técnica de inmersión. Usaron esta modalidad para visualizar tumores en la pelvis, embarazos ectópicos, ubicación de la placenta y medición del diámetro biparietal del feto como índice de crecimiento fetal (Levi, 1997). Sus contribuciones fueron muy bien aceptadas en la comunidad médica, consolidando la técnica ecográfica y su papel dentro de las técnicas de diagnóstico por imagen (Donald, 1974; Newman y Rozycki, 1998).

En 1962, Joseph Holmes desarrolló un escáner que oscilaba 5 veces por segundo sobre la piel del paciente, permitiendo una imagen rudimentaria en tiempo real, pero no fue hasta 1968, cuando Sommer reportó el desarrollo de un escáner

electrónico con 21 cristales de 1,2 MHz, que producía 30 imágenes por segundo y que fue realmente el primer aparato capaz de reproducir imágenes de tiempo real con resolución aceptable (Beach, 1992).

Es a Shigeo Satomura, un físico japonés, a quien se atribuye la introducción del ultrasonido Doppler a la práctica médica entre los años 1955 y 1959. Estas técnicas hicieron posible la monitorización no invasiva del flujo sanguíneo del cuerpo humano, que se aplicó en la ecografía y ecocardiografía (Poulsen y col., 2000) .

En 1964 con la técnica Doppler se lograron estudiar las arterias carótidas, con una consiguiente aplicación en el campo de la neurología. En estos mismos años el pediatra y fisiólogo Robert F. Rushmer, investigaba instrumentos que le permitieran evaluar funciones cardiovasculares y mediciones del flujo sanguíneo en animales con una técnica no invasiva. En 1971, se reporta por primera vez el uso de la ecocardiografía transesofágica en trabajos de Side y Gosling. En 1974, D. Baker desarrolla equipos de ultrasonido combinados, con modo 2D y Doppler cardiacos. Posteriormente Namekawa y Bommer, en 1982, inician el Doppler codificado a color en cardiología.

Durante los años 1970 y 1980, las mejoras de los equipos y las imágenes, ampliaron el uso de esta tecnología, adquiriendo un papel cada vez más relevante en campos como la cirugía general, diagnóstico de cáncer de mama, estudio del tracto biliar, páncreas, estudio de pacientes con ascitis y enfermedades de tiroides (Doust y Masland, 1974; Beach, 1992).

A principios de 1980, Hatle pudo utilizar el Doppler para estudiar la velocidad del flujo sanguíneo. Se podía determinar el grado de disfunción de las válvulas cardiacas por un lado y medir el flujo y presiones intracavitarias de forma rápida y segura. La aplicación de las diversas modalidades tecnológicas permitirán, por tanto, obtener una gran cantidad de información de los diferentes componentes del corazón y los grandes vasos tanto morfológica (ecografía en modo M, bidimensional y, recientemente, tridimensional) como funcionalmente (Meire, 1995).

En la década de 1990, en cirugía guiada por imágenes, el ultrasonido intraoperatorio va incrementando su relevancia. En la actualidad, los avances ultrasonográficos más significativos han sido la reconstrucción 3D, 4D (3D en tiempo real), co-registro y corrección de la imagen. Mejoras sustanciales en la electrónica de los transductores y adaptaciones especiales de estos para la toma de biopsias ecoguiadas, así como su adaptación para visualizar espacios pequeños y profundos, constituyen avances constantes en los equipos. Integraciones con técnicas de Doppler-color han permitido definir la permeabilización de vasos sanguíneos en neurocirugía vascular e irrigación tumoral.

4.1.3. Desarrollo de la ecografía en medicina veterinaria

En el ámbito de la ciencia veterinaria, dos de los nombrados pioneros de la ultrasonografía humana deben también ser mencionados. En los inicios de los años 60, Howry y Holmes estudiaron y describieron órganos abdominales en perros y en gatos (Poulsen y col., 2000). El examen sonográfico de animales, al igual que en personas, presentaba en aquellos principios una gran dificultad, ya que, aún dependiendo de las indicaciones para el examen, los pacientes tenían que estar casi enteramente sumergidos en agua. Anteriormente, en los años 50, la ultrasonografía fue aplicada principalmente para examinar tejidos de animales y determinar la composición de determinados órganos. La primera publicación sobre diagnóstico veterinario ultrasonográfico fue realizada por Ivan L. Lindahl en 1966 con el título *“Comparison of ultrasonic techniques for the detection of pregnancy in ewes”* en él se usaba el modo-A para realizar diagnósticos de gestación en ovejas (Stouffer, 2004).

Las primeras exploraciones clínicas en pequeños animales se realizaron a finales de los años 1960 y fueron realizadas por Seth Koch y Lionel Rubin. Los trabajos consistieron en eco-ofthalmogramas en perros. Ya en 1969, Stouffer y colaboradores utilizan esta técnica para el recuento de fetos en la oveja durante la

segunda mitad de gestación (Loriot y col., 1997). Se hicieron mayores esfuerzos en el diagnóstico ultrasonográfico de gestación usando el principio Doppler. En 1970 Helper y Lamm, describieron la observación de latidos cardiacos en fetos de perros con la ayuda de los ultrasonidos. A finales de los años 70 aparecieron numerosas publicaciones ecocardiográficas en modo-M, siendo Frank Pipers el primero en aplicar este método en animales de compañía. Durante estos años Everette James y asociados también publicaron imágenes ultrasonográficas en modo-B de órganos abdominales en animales.

Después del desarrollo de la imagen en dos dimensiones y en tiempo real, a principios de los años 80, la ultrasonografía abdominal llegó a ser un método de diagnóstico por imagen rutinario establecido en perros y gatos. Robert Cartee y Thomas Nyland son reconocidos como precursores en este campo. Mientras que el método Doppler estuvo ya en uso para diagnóstico de gestación a principios de los años 70, se demoró quince años hasta que los japoneses Mitsoyushi y Hiromitsu Otsuka usaron el Doppler pulsado clínicamente para examinar los movimientos hemodinámicos cardiacos en perros. Tres años después, a principios de los años 90, Peter Darke fue el primero en describir las características clínicas de los códigos de colores del Doppler en el diagnóstico de la enfermedad cardiaca.

4.1.4. La ecografía en la medicina veterinaria actual

Hoy existen en el mercado múltiples opciones de equipos de ultrasonografía de los cuales se puede disponer en el campo de la medicina veterinaria. Desde aquellos más potentes y de última generación, equipos de alta resolución que ya se encuentran en muchos centros docentes, hospitales universitarios y centros especializados de diagnóstico por imagen, hasta equipos más accesibles económicamente y de aceptación más generalizada por parte de los veterinarios clínicos.

El avance en la tecnología y calidad de las imágenes permite una evolución constante de esta disciplina. La aparición de artículos en revistas de impacto internacional en temas cada vez más especializados y concretos hace que esta técnica se encuentre en constante evolución.

El abaratamiento de los equipos de ecografía debido a su más amplia universalización hace también que la relevancia de esta técnica se incremente y despierte el interés de cada vez un mayor número de veterinarios clínicos y centros de investigación. En España, al igual que en otros países de la Unión Europea la venta de equipos de ecografía ha igualado a la de equipos radiográficos, siendo para el clínico una herramienta útil en la práctica rutinaria. Prácticamente la totalidad de las disciplinas médicas encuentran un apoyo relevante es esta técnica.

La evolución de la ecografía en el campo de la veterinaria ha seguido caminos diferentes dependiendo de cada sector, de su importancia económica y productiva, y de su aplicación clínica. El primer campo donde se utilizaron equipos ecográficos en veterinaria fue principalmente en los animales de abasto (también las primeras publicaciones) y muy centrada en aparato reproductor y diagnóstico de gestación debido a su relevancia económica. Tras él, continuó en clínica equina la aplicación de la técnica en reproducción y patología músculo-tendinosa, principalmente en Inglaterra, Alemania y Estados Unidos, con una tradición más arraigada de la medicina deportiva en caballos de carreras.

A finales de los años 80 del siglo pasado comienza a introducirse la ecografía abdominal en la clínica de los animales de compañía. Incluso el estudio de los diferentes órganos y sistemas, tanto en el perro como en el gato, no ha alcanzado los mismos niveles de desarrollo ni han evolucionado sincrónicamente en el tiempo (Barberet y col., 2010). La ecografía urogenital adquirió enseguida un desarrollo importante, posteriormente la ecografía hepática, esplénica y más tardíamente la ecografía digestiva, glandular o del sistema linfático. Esta evolución también tiene un paralelismo lógico y consecuente a la mejora tecnológica y de calidad de imagen de los equipos.

La ecografía del aparato digestivo ha sufrido también una evolución muy interesante. Los primeros libros de texto específicos de ecografía en pequeños animales no incluyen capítulos específicos de ecografía del sistema digestivo, siendo esta sección abordada en un capítulo dedicado a “otras estructuras abdominales”, comenzando la discusión indicando que “...*el tracto gastrointestinal no se presta, en general, al examen ecográfico...*” (Barr, 1990).

La evolución de los conocimientos sobre esta materia, la más amplia experiencia de los primeros ecografistas y las nuevas publicaciones específicas hicieron que pocos años más tarde comenzaran a aparecer artículos que hacían referencia específica a la ecografía del tubo digestivo o alguna de sus partes más concretas.

Hay que señalar la relevancia de algunas publicaciones específicas como la revista “*Veterinary Radiology*”, revista oficial del Colegio Americano de Radiología Veterinaria (ACVR) por su aportación a la evolución de esta técnica. Esta se convirtió en revista de referencia mundial en la que se han publicado la mayoría de los artículos más relevantes en la materia en los últimos 30 años. La evolución de los artículos referentes a la disciplina de ecografía adquirió tal relevancia que en 1992 la revista pasó a nombrarse “*Veterinary Radiology & Ultrasound*”, adaptando su nombre a la realidad de sus contenidos y reflejando la importancia que había adquirido la ecografía en esos últimos años.

En 1989, J. Lawrence publica en la citada revista un estudio comparativo de las técnicas de diagnóstico por imagen (radiología y ecografía) aplicadas al tubo digestivo y, aunque señala las dificultades de visualización ecográfica de distintas estructuras debido a la presencia de gas, la difícil manipulación o su pequeño tamaño, apunta ya las ventajas potenciales que presenta esta técnica en la visualización de masas asociadas al tubo digestivo y estudio del páncreas.

Penninck y colaboradores publican ese mismo año en la misma revista uno de los primeros artículos referentes al estudio ecográfico normal del tracto

gastrointestinal del perro estableciendo el patrón en multicapas del tubo digestivo y aportando las primeras medidas estandarizadas en diferentes puntos del tubo digestivo (estómago, duodeno, intestino delgado y colon) haciendo únicamente referencia al grosor del estómago en la curvatura menor, entre el antro pilórico y cuerpo del estómago (Penninck y col., 1989). Es el inicio de una cascada de artículos que, de forma sucesiva, irán apareciendo en algunas revistas específicas. Estos autores completarán su publicación sobre la evaluación ecográfica del aparato digestivo con la elaboración de otro artículo sobre la valoración ecográfica de las alteraciones gastrointestinales en pequeños animales (Penninck y col., 1990).

En 1992, Saunders y colaboradores abordan la expansión de las aplicaciones de la ecografía en la cavidad abdominal y señalan específicamente que debido a la experiencia que adquieren los operadores junto a la mejora de los equipos de ultrasonidos hacen que se puedan estudiar estructuras que anteriormente eran inaccesibles o indetectables.

En 1996 se publica en la revista *American Journal Vet Research* (AJVR) un artículo describiendo específicamente los hallazgos observados en la unión gastroduodenal del perro (Agut y col., 1996), donde se aportan medidas estandarizadas del fundus, cuerpo, canal pilórico, píloro, muscular del píloro, duodeno proximal y descendente.

Hoy se abren nuevos campos a la ecografía digestiva. La aplicación de nuevas tecnologías puede presentar nuevas oportunidades de investigación y conocimiento. La ecografía endoscópica proporciona excelentes imágenes de la pared de estómago y estructuras regionales sin los artefactos producidos por el gas de la luz digestiva (Gaschen y col., 2007). Se han descrito las aplicaciones del Doppler pulsado para evaluar la movilidad del intestino delgado en el perro, estandarizando los movimientos peristálticos y aproximando un análisis tanto cualitativo como cuantitativo de la motilidad del intestino delgado (An y col., 2001).

4.2. Principios básicos. Fundamentos de ecografía

4.2.1. Física del sonido

El sonido se define físicamente como una vibración que se propaga en un medio elástico (sólido, líquido o gaseoso). Son necesarios para su producción un emisor (cuerpo vibrante), un medio elástico (transmisor) y un receptor que las capte. El sonido presenta una longitud de onda (λ), una amplitud (A) y una frecuencia característica. La longitud de onda es la distancia que recorre esta en completar un ciclo completo. La frecuencia del sonido es el número de ciclos que recorre en la unidad de tiempo y se mide en Hertz (Hz). La amplitud es la distancia entre el punto más alejado de una onda y su punto medio o de equilibrio (Garrido, 1996).

Se define ultrasonido a las ondas cuya frecuencia es superior a los 20 kilohertz (KHz) (frecuencia máxima audible por el oído humano). Los ultrasonidos aplicables a medicina diagnóstica se encuentran entre los 2 y los 50 megahertz (MHz) (Aldrich, 2007).

La velocidad de propagación del sonido en el organismo es 1.540 m/s y se considera constante e independiente de la frecuencia y amplitud de la onda (Kremkau, 2006) (figura nº 1).

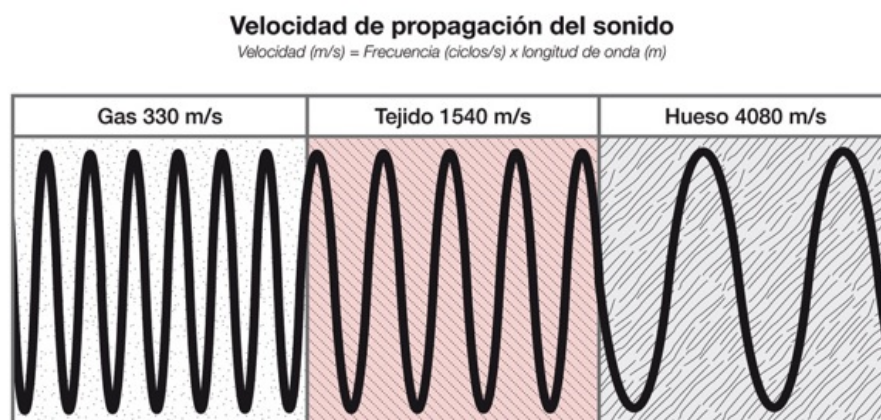


Figura nº 1. Velocidad de propagación del sonido en diferentes medios (gas, tejido blando y hueso). Variación de la frecuencia y longitud de onda en función de la velocidad de transmisión.

Los factores que determinan la velocidad del sonido a través de una sustancia son su densidad y compresibilidad. Los materiales con mayor densidad y menor compresibilidad transmitirán el sonido a mayor velocidad (Schmerr, 2014; Aldrich, 2007).

Cada medio se caracteriza por tener una impedancia acústica (Z) determinada (que guarda una relación directa con su densidad y con la velocidad de propagación del sonido en su interior) (Brant, 2012) (tabla nº 1).

TEJIDO O SUSTANCIA	IMPEDANCIA ACÚSTICA (Z)	VELOCIDAD (m/s)
Aire	0,0004	331
Grasa	1,38	1450
Agua (50°C)	1,54	1540
Sangre	1,61	1549
Riñón	1,62	1561
Hígado	1,65	1570
Hueso	7,8	4080

Tabla nº 1. Impedancia acústica de los principales tejidos y sustancias corporales y velocidad del sonido a través de los mismos. Impedancia acústica (z)= 10^6 Kg/m²s. (Curry y col., 1990; citado por Nyland y Mattoon, 2002).

4.2.2. Interacción de los ultrasonidos con las estructuras orgánicas.

El efecto producido por un sonido al chocar contra un objeto de diferente densidad al medio que lo está propagando produce una reflexión de este sonido que se conoce como eco (Kossoff, 2000). La amplitud del eco de retorno es proporcional a la diferencia de impedancia acústica que guardan dos medios (Curry y col., 1990).

Al límite que separa dos medios con una impedancia acústica diferente se definirá como interfase. Todas las interfases producirán una reflexión de parte del sonido (eco) (figura nº 2). Así pues, un sonograma (imagen ecográfica) es el reflejo de todas las interfases que se producen en ese corte tomográfico (Carniel, 1987).

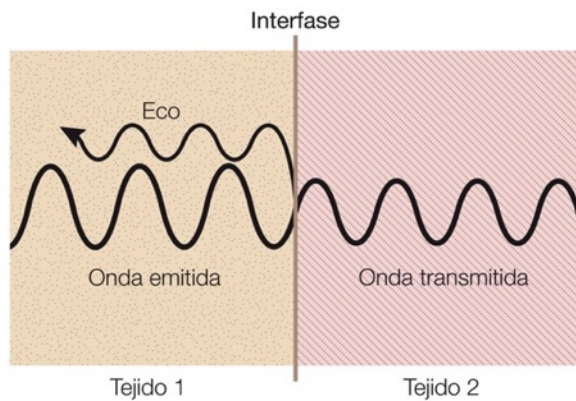


Figura nº 2. Interacción de los ultrasonidos con los tejidos. Al pasar de un tejido a otro, de diferente impedancia acústica (interfase), parte del ultrasonido es reflejado (eco) y otra parte continua penetrando los tejidos para enviar ecos posteriores.

Las ondas sonoras sufren unos fenómenos físicos cuya comprensión es imprescindible para entender la formación de la imagen ecográfica, estos producirán la atenuación progresiva del sonido (Nyland y Mattoon, 2002; Aldrich, 2007):

- Reflexión: cuando un sonido se propaga de un medio a otro, parte de este es reflejado y representará a la interfase que ha producido la reflexión de parte del sonido (Rantanen y Ewing, 1981) (tabla nº 2).

INTERFASE	REFLEXIÓN (%)
Sangre - cerebro	0,3
Riñón - hígado	0,6
Sangre - riñón	0,7
Sangre – grasa	7,9
Hígado – grasa	10,0
Músculo – hueso	64,6
Agua - hueso	68,4
Tejido blando - grasa	99,0

Tabla nº 2. Reflexión del sonido en diferentes interfases. (Datos de Hagen-Ansert; citado por Nyland y Mattoon, 2002).

- Dispersión: al incidir un haz ultrasónico sobre una partícula, este es fraccionado en múltiples ecos de menor energía y propagado en todas las direcciones.
- Absorción: conversión en calor de un pulso de sonido.
- Refracción: al incidir un haz de sonido en un ángulo oblicuo sobre una interfase cambia su dirección respecto al foco emisor y receptor.

Estos fenómenos producirán la atenuación del sonido según avanza y atraviesa diferentes tejidos alcanzando planos más profundos. La atenuación

dependerá de la distancia recorrida, la frecuencia emitida y el medio de propagación (Herring y Bjornton, 1985; Lorient y col., 1997).

4.2.3. Modos de exploración ecográfica

Existen varios modos de presentar las imágenes ecográficas (Arnau, 2008) (figuras nº 3 y 4). Los más característicos son:

- Modo A o de amplitud. Es la representación de los ecos y su amplitud en una gráfica de dos ejes, donde el otro eje representa el tiempo (distancia).
- Modo B, brillo o 2D (en tiempo real). Es la representación de los ecos en un corte tomográfico (sonograma) con puntos con un determinado brillo y posición en la pantalla. Es el más empleada en todos los equipos de ecografía en tiempo real.
- Modo M o de movimiento. Se representa una sección del modo B donde la profundidad se dispone en un eje vertical y el tiempo en uno horizontal.

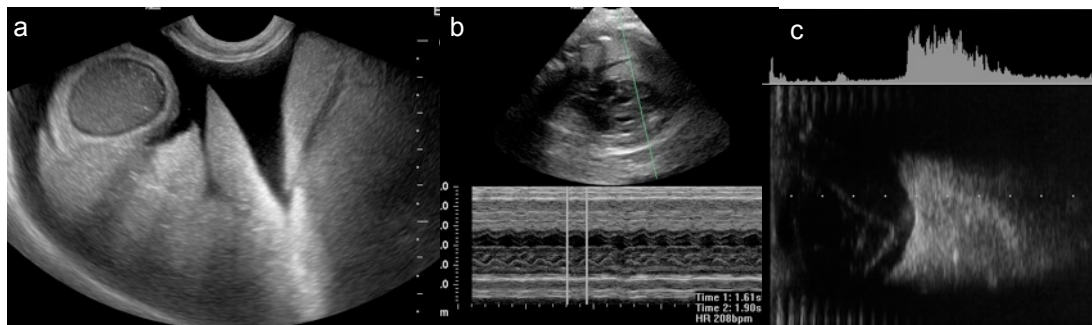


Figura nº 3. Principales modos ecográficos. Modo B (a), modo M (b) y modo A (c).

- Modo Doppler. Informará de las características de los flujos sanguíneos (dirección, velocidad y tipo). Se basa en el efecto Doppler y representará el flujo en una modalidad color o espectral (Penninck y d'Anjou, 2015).

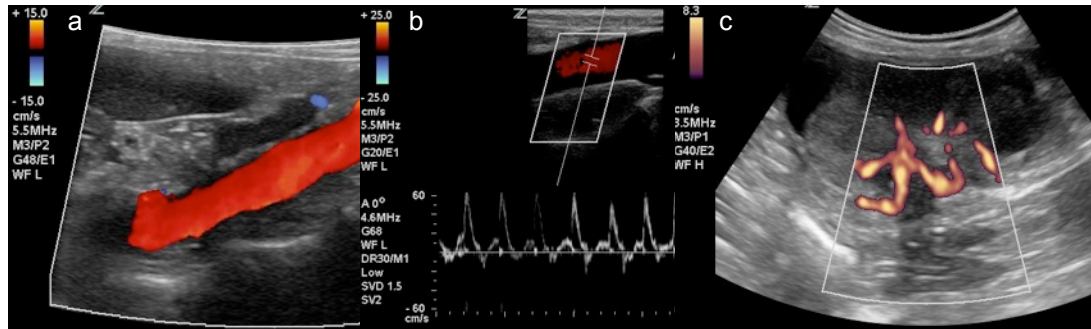


Figura nº 4. Imagen de los principales modos ecográficos Doppler. Doppler color (a), Doppler pulsado (b) y Doppler potenciado (c).

4.2.4. Transductores. Formación del ultrasonido

La pieza encargada de emitir el sonido y de recibir el eco resultante se llama transductor o sonda. Se compone de un número de porcelanas que son las responsables, debido al efecto piezoeléctrico directo e inverso ya comentados, de emitir el sonido a una frecuencia característica (Barr, 1990) y recibir el eco producido y generar un impulso eléctrico que puede ser detectado por un equipo electrónico amplificador. A este fenómeno se lo denomina transducción (Van Holsbeeck e Introcaso, 2001). Un mismo cristal piezoeléctrico puede actuar en un momento como emisor y en otro momento como receptor. El cristal piezoeléctrico más comúnmente utilizado es la circonita de plomo con titanio (Thrall, 2012) y constituye la parte más importante del transductor o sonda.

Las sondas se clasifican según el número, forma y disposición de los elementos piezoeléctricos y si su mecanismo es de tipo mecánico o electrónico (Besso, 2009). En los transductores mecánicos un motor oscilatorio permite que uno o varios cristales barran mecánicamente el campo de visión (monocristal o multicristal). Las sondas electrónicas constan de una serie de componentes cuya disposición espacial puede ser lineal (*“linear array”*) o curvilínea (*“curve array”*) produciendo un barrido sin necesidad de movimiento (Poulsen y col., 2000).

El frente de ondas puede generarse aplicando el voltaje a todos los elementos a la vez, secuencialmente a grupos de elementos (matriz lineal o “*linear switched array*”) o a todos los elementos con pequeñas diferencias de tiempo (matriz en fase o sondas “*phase array*”) (Arnau, 2008). Las sondas más comúnmente utilizadas en ecografía abdominal son las electrónicas (Poulsen y col., 2000; Nyland y Mattoon, 2002), estas se clasifican atendiendo a su superficie en (figura nº 5):

- Sondas lineales: proporcionan un formato de imagen rectangular.
- Sondas convexas o curvilíneas: proporcionan un formato de imagen en trapecio dando una imagen más amplia en los campos distales.
- Sondas microconvexas: son sondas convexas de menor superficie y radio.
- Sondas sectoriales: proporcionan un formato de imagen triangular con un campo proximal mínimo.

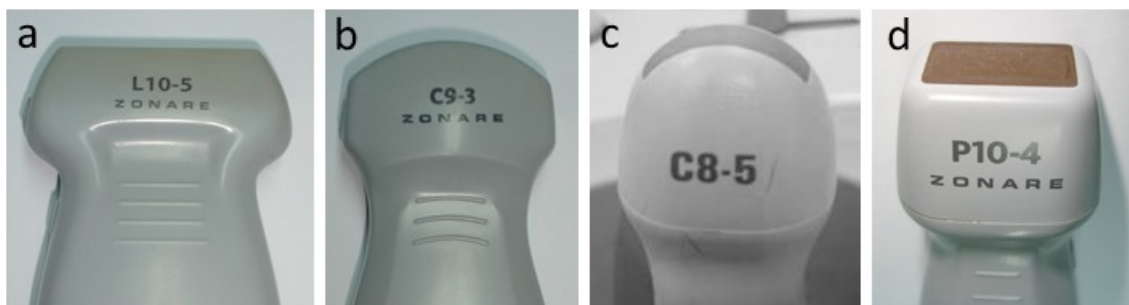


Figura nº 5. Sondas más comúnmente utilizadas en ecografía veterinaria. Sonda lineal (a), sonda convexa (b), sonda microconvexa (c) y sonda sectorial (d).

La frecuencia del sonido (que es característica de cada sonda o transductor) determinará la profundidad de exploración y la capacidad de resolución entre dos puntos próximos. Cuanto mayor sea la frecuencia más aumentará la resolución y disminuirá su penetración. El ecografista, conociendo esta relación inversa, seleccionará el transductor de mayor frecuencia que le permita penetrar a la profundidad deseada (Nyland y Mattoon, 2002).

4.2.5. Definición de los planos de corte. Orientación del transductor

Al ser la ecografía una técnica tomográfica (donde se representa una sección de una estructura), los diferentes cortes se obtendrán dependiendo de la posición y angulación del transductor (Nyland y Mattoon, 2002). La orientación de los planos corresponde a la de la propagación de los ultrasonidos (Loriot y col., 1997) y debe ser indicada respecto al paciente, nunca respecto al operador.

Para una interpretación sistemática de las imágenes se debe observar una orientación estándar de la sonda sobre el paciente cuando se proceda al examen ecográfico (Nyland y Mattoon, 2002). Cuando se realicen exploraciones abdominales (y no endocavitarias) la parte superior de la imagen corresponde con la superficie cutánea, en contacto con la sonda (Aldrich, 2007).

Con el paciente en decúbito dorsal en una aproximación ventral del paciente, la parte superior de la imagen corresponderá con el aspecto ventral del paciente y la parte más profunda de la imagen con su aspecto dorsal. En los cortes transversales, el aspecto derecho del paciente se visualizará a la izquierda de la pantalla; en el plano sagital el aspecto craneal del paciente corresponde también con el lado izquierdo de la pantalla, quedando la parte caudal a su derecha (Penninck y d'Anjou, 2015).

Cuando se posicione al paciente en decúbito lateral izquierdo y se proceda a un abordaje a través del aspecto lateral derecho, la parte más próxima al transductor corresponderá con la derecha del paciente y la más profunda con su izquierda. En un corte transversal desde este abordaje, el aspecto dorsal del paciente corresponderá con la izquierda del monitor y la ventral con la derecha (Nyland y Mattoon, 2006; Penninck y d'Anjou, 2015).

Los planos oblicuos pueden ser sagitales, transversales o dorsales según se aproximen más a cada una de esas orientaciones (Poulsen y col., 2000).

Todos los transductores presentan en su cabezal una muesca visible y palpable que ayudará a su orientación estándar y que debe coincidir con otra indicación en el monitor (figura nº 6). Cuando los planos de corte no se refieren al eje del cuerpo, si no al eje de la víscera o estructura en estudio, esto debe ser indicado (Nyland y Mattoon, 2002).

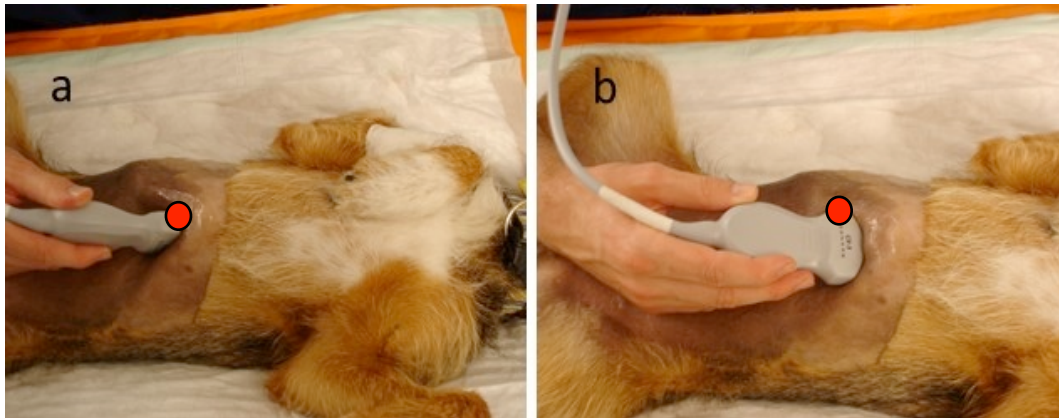


Figura nº 6. Orientación del transductor para realizar un corte longitudinal (a) y transversal (b) del abdomen craneal. Obsérvese que el marcador de posición en el el protocolo estándar se sitúa en el aspecto craneal para realizar el primer corte y en el lado derecho para el segundo (punto rojo en la imagen).

4.2.6. Ajuste del equipo. Panel de control

El conocimiento y compenetración operador / máquina redundará en una adecuada obtención de imágenes para una correcta interpretación (Carniel, 1987; Nyland y Mattoon, 2002). Son muchos los ajustes y controles que pueden ser modificados en el ecógrafo. Unos afectaran a la adquisición de imágenes (preprocesado) y otras podrán modificar su posterior visualización (postprocesado). Dependiendo de el tipo de exploración que se realice, región de estudio, condiciones del paciente, de la sala de exploración etc., múltiples controles pueden ser variados para ajustar las preferencias del operador y mejorar la imagen obtenida (Burk y Feeney 2003).

Los controles que rutinariamente deben ser observados (figura nº 7) y manipulados por el operador incluyen (Poulsen y col., 2000):

- Selección de la sonda y de su frecuencia. Determinada por la zona que va a ser estudiada, su posición y profundidad.
- Ajuste de profundidad. Reflejado en una banda métrica en la imagen.
- Sector de exploración. Determina el campo de exploración.
- Control de la distancia focal y del número de focos. Determinará la resolución axial.
- Control de ganancias generales. Ajustará la amplitud del sonido.
- Control del ajuste de ganancias compensadas por el tiempo, TGC (*"time gain compensation"*). Permitirá corregir la amplitud que presentan los ecos selectivamente dependiendo de la profundidad a la que son creados.
- Rango dinámico. Rango de amplitud de la señal extendida desde la más alta señal no saturada hasta el menor señal claramente discernible por encima del ruido. Se expresa en decibelios (dB).
- Potencia (*"power"*). Número de ondas ultrasonográficas emitidas por el transductor en un tiempo determinado.



Figura nº 7. Imagen de los controles principales de un ecógrafo. Se presentan el teclado principal, los indicadores para los diferentes modos ecográficos y el control de ganancias por tiempo y control de sus principales funciones.

4.2.7 Ecogenicidad y principios de interpretación ecográfica.

Las diferentes estructuras abdominales presentan en su estado normal una tonalidad gris característica (que variará de lo más blanco o brillante a lo más negro u oscuro) (Barr, 1990; Nyland y Matton, 2002). Este gris característico de cada estructura se define como ecogenicidad (figura nº 8). La ecogenicidad de cada estructura estará definida por los ecos producidos en el seno de esta y por tanto por las interfases que existen en dicha estructura (Herring y Bjornton, 1985).

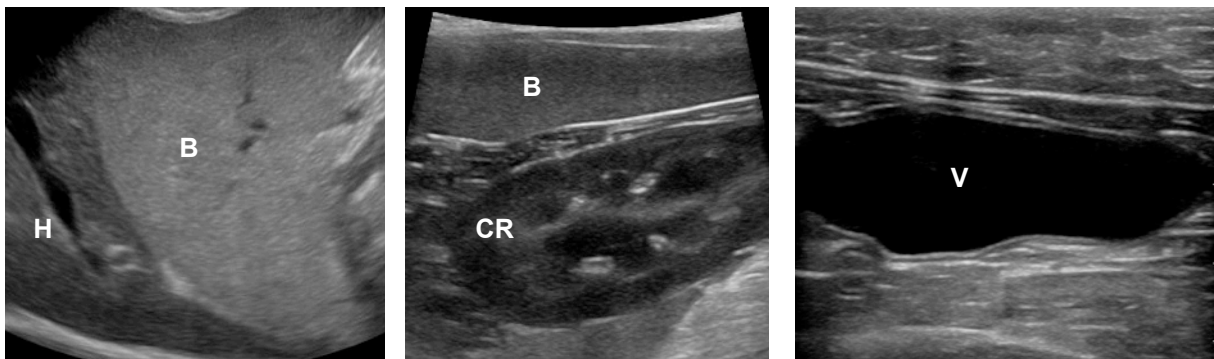


Figura nº 8. Imagen ecográfica del bazo (B), hígado (H) y riñón, corteza renal (CR) y vejiga de la orina (V). Se aprecia la diferente ecogenicidad entre el bazo hiperecoico respecto al parénquima hepático y de la corteza renal, hipoecoica respecto al parénquima esplénico. Contenido anecoico de la vejiga.

Aquellas estructuras con alta intensidad de ecos se definen como hiperecoicas, siendo, las de menor cantidad, hipoecoicas. Las que no presentan interfases en su seno y no producen ecos serán anecoicas (Barr, 1990; Lorient y col., 1997). La ecogenicidad de cada víscera puede ser comparada y relacionada con la de otros órganos (Barr, 1990) para así poder establecer las relaciones normales entre ellas en condiciones fisiológicas y detectar más fácilmente cambios en la ecogenicidad de dichas estructuras cuando estas presentan algún cambio en su consistencia.

La ecogenicidad de las estructuras y tejidos del organismo ha sido establecida (Barr, 1990; Nyland y Mattoon, 2002; Besso, 2009) y puede ser estandarizada (figura nº 9).

Figura nº 9. Representación de la ecogenicidad más característica de las principales estructuras y tejidos del organismo.



Al definir la ecogenicidad de una estructura, también deben considerarse, el grosor del granulado, distribución y apariencia general. Los términos de homogéneo y heterogéneo describirán un punteado en la imagen más tamizado o grosero, haciendo referencia a su textura. Los términos de ecogenicidad o patrón mixto se reservarán para la descripción macroscópica de la estructura y la distribución de diferentes patrones en su seno (Nyland y Mattoon, 2002) (figura nº 10).

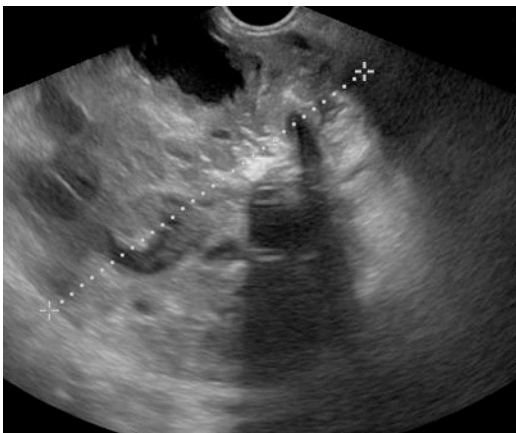


Figura nº 10. Patrones ecográficos. Patrón mixto: estructura con áreas de diferente ecogenicidad (hiperecogénicas, hipoecogénicas y anecoicas).

4.2.8. Artefactos de la imagen

Se define como artefacto aquella parte de la imagen ecográfica que no corresponde con estructuras anatómicas internas y, por tanto, no reflejan ninguna estructura real (Herring y Bjornton, 1985). Su identificación y conocimiento del mecanismo físico de su creación son imprescindibles para el correcto diagnóstico

(Burk y Feeney, 2003). La formación de artefactos responde únicamente a las leyes físicas a las que está sometido el ultrasonido y pueden deberse a una preparación inadecuada del paciente o a una manipulación o ajuste del equipo no precisa por parte del operador (Herring y Bjorton, 1985; Penninck y d'Anjou, 2015). Los artefactos más frecuentes son (figura nº 11):

- Reverberación. Requiere la existencia de dos interfases altamente reflectivas a distintas profundidades (Burk y Feeney, 2003) que crean un eco de repetición entre ambas.
- Sombra acústica. Aquellas estructuras que impiden el paso del sonido crearán distalmente un área con ausencia de ecos (Barr, 1990).
- Sombra lateral. Producida por la combinación de la reflexión y refracción producida en los bordes de una estructura redondeada.
- Refuerzo posterior. Observado distalmente a aquellas estructuras que no atenúen el sonido (Barr, 1990; Burk y Feeney, 2003).
- Imagen especular. Se trata de la impresión en la pantalla de dos imágenes similares separadas por una interfase ecogénica simulando una imagen en espejo (Nyland y Mattoon, 2002).
- Efecto de margen o de falso espesor. Consecuencia del haz de ultrasonidos que se presenta en las tres dimensiones del espacio.
- Lóbulo o haz lateral. Cuando inciden los haces secundarios del sonido principal sobre una superficie altamente reflectora.
- Anisotropía. Particularidad que tienen algunos tejidos de variar su ecogenicidad dependiendo del ángulo de incidencia del haz ultrasónico.

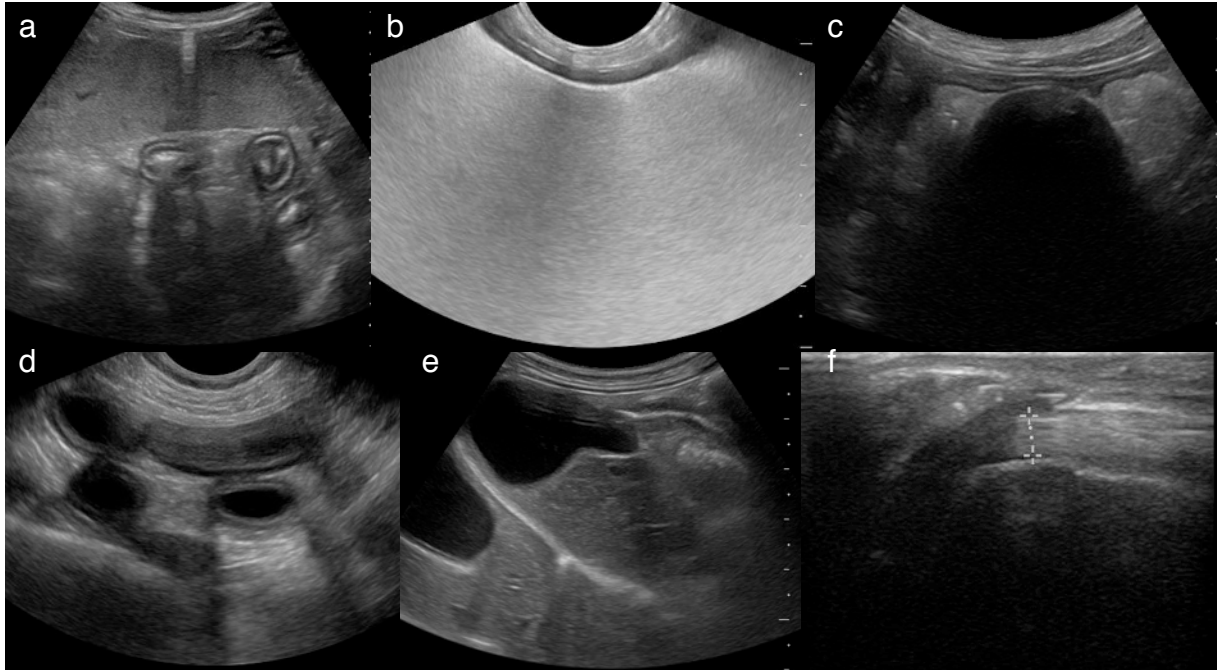


Figura nº 11. Artefactos ecográficos más comunes. Reverberación (a), sombra acústica (b y c), refuerzo posterior y sombra lateral (d), imagen especular (e) y anisotropía (f).

4.3. Anatomía del estómago y del duodeno del perro

4.3.1. Anatomía del estómago y del duodeno

El estómago (*Ventriculus*) (I.C.V.G.A.N., 2005) es una dilatación del tubo digestivo encargada de recibir, almacenar y digerir los alimentos, transformándolos en una papilla que hace progresar hacia el intestino a un ritmo controlado (Schwarze y Schröder, 1970). Para ello realiza funciones de tres tipos:

- Mecánicas: recibiendo el bolo, almacenándolo, mezclando y triturando el alimento por las contracciones peristálticas y haciendo progresar su contenido hacia el duodeno.
- Secreción exocrina de ácido clorhídrico, pepsina, fermento lab en lactantes, factor intrínseco y mucus.
- Secreción endocrina de serotonina, gastrina y somatostatina.

El estómago es una dilatación en forma de saco situada entre el esófago (*Esophagus*) y el duodeno (*Duodenum*). Su orificio esofágico, por donde llega el alimento, es el cardias (*Pars cardiaca*, *Ostium cardiacum*) y su orificio duodenal, por donde sale, el píloro (*Pylorus*, *Ostium pyloricus*) (Nodem, 1990; Climent, 1998). Su forma no es constante y depende de su grado de repleción, aunque se describe clásicamente, cuando no tiene contenido, en forma de “J” aplanado craneocaudalmente (Done y col., 1997).

Presenta una cara parietal (*Fascies parietalis*), aplicada contra el diafragma y una cara visceral (*Fascies visceralis*) en sentido opuesto. Sus dos bordes son la curvatura mayor (*Curvatura ventriculi major*), convexa y ventral y la curvatura menor (*Curvatura ventriculi minor*), cóncava y dorsal, en la cual se diferencia la incisura angular (*Incisura angularis*). Su porción izquierda tiene una parte más alta, el fundus (*Fundus ventriculi*), separada del cardias (*Pars cardiaca*) por la incisura cardial (*Incisura cardiaca*). En el animal vivo suele contener una considerable cantidad de gas en condiciones fisiológicas. A continuación del fundus gástrico está el cuerpo del

estómago (*Corpus ventriculi*) y más distalmente la porción pilórica (*Pars pylorica*), en la que se distingue una parte más ancha, el antro pilórico (*Antrum pyloricum*) y otra estrecha, inmediata al píloro, el canal pilórico (*Canalis pyloricus*). A lo largo de la cara interna de la curvatura menor se extiende, desde el cardias hasta casi llegar al píloro, el surco gástrico (*Sulcus ventriculi*).

La porción inicial del intestino delgado, en la que desemboca los conductos excretores del hígado y el páncreas, es el duodeno, (*Intestinum duodenum s. Duodenum*). En la mayor parte de los animales, está situado dorsalmente en la mitad derecha de la cavidad abdominal. Proporcionalmente es corto, ya que tiene una longitud de 20 a 60 centímetros en el perro.

En todos los mamíferos domésticos, el duodeno describe una curva que discurre a la derecha y caudalmente alrededor de la arteria mesentérica craneal (*A. mesenterica cranialis*), al girar desde el píloro la porción craneal (*Pars cranialis*) en contacto a la superficie visceral del hígado y desde aquí la porción derecha hasta la pared abdominal del mismo lado. En esta porción se encuentra la papila duodenal mayor (*Papilla duodeni major*). Posteriormente presenta una angulación, (*Flexura duodeni cranialis*), continuando el duodeno descendente (*Pars descendens*). Discurre ventral con respecto al riñón derecho y a lo largo de la pared abdominal derecha, que presenta la papila duodenal menor (*Papilla duodeni minor*), posteriormente dobla nuevamente para constituir la curvatura caudal (*Flexura duodeni caudalis*) y dirigirse otra vez hacia la izquierda, constituyendo el duodeno transversal (*Pars transversa, pars caudalis*). En los carnívoros dobla formando la *Flexura tertia*, que se dirige hacia la porción craneal como duodeno ascendente (*Pars Ascendens*). En la proximidad del hígado se forma la curvatura duodenoyeyunal (*Flexura duodenojejunalis*), precisamente en el sitio en el que se encuentra el extremo craneal del ligamento duodenocólico (*L. duodenocolicum*) (Evans y de Lahunta, 2012).

4.3.2. Anatomía topográfica del estómago y del duodeno.

El estómago es una víscera que presenta una gran variación en su morfología, situación y relaciones dependiendo de su grado de repleción. Cuando está vacío, se encuentra en una posición intratorácica de la cavidad abdominal, entre los cuerpos de las últimas vértebras torácicas y, en su mayor proporción, en el lado izquierdo. No llega a ponerse en contacto con el suelo del abdomen, del que lo separan algunas asas del intestino delgado. El fundus gástrico se relaciona con el diafragma y la cara craneal del cuerpo gástrico con el hígado (Thrall, 20012). La curvatura mayor del estómago está situada a lo largo de la 12ª costilla y del 11º espacio intercostal (Berg, 1998). El píloro adquiere una posición intratorácica y se localiza hacia la porción intermedia de la décima costilla, en relación con el porta hepatis. El bazo se sitúa a lo largo de la curvatura mayor, paralelamente al arco costal izquierdo. El cardias se encuentra situado a nivel del 9º espacio intercostal, un poco a la izquierda del plano medio, más dorsalmente y próximo al aspecto ventral del suelo vertebral.

El estómago moderadamente lleno se dilata y desplaza a la izquierda y en sentido caudal, entre los planos de los cuerpos vertebrales T9 y L1-2 (Schaller y col., 2007). Desplaza al bazo también en sentido caudal y lo hace rotar sobre su extremo dorsal, unido al diafragma por el ligamento frénico esplénico. La curvatura mayor del estómago se sitúa paralela a la penúltima costilla izquierda, pero sigue sin contactar con la pared del abdomen.

El estómago muy distendido contacta ampliamente con la parte izquierda y ventral del abdomen, palpándose con facilidad y ocupando gran parte del abdomen en su lado izquierdo, pudiéndose extender el cuerpo del estómago desde la 6ª costilla hasta un plano transversal a través de la 3ª e incluso 4ª vértebras lumbares. El hígado se encontrará desplazado cranealmente y hacia la derecha y el bazo completamente fuera de la porción intratorácica de la cavidad abdominal (Berg, 1998), aumentando, así mismo, su contacto con el diafragma.

Además de fijarse a nivel del cardias y del duodeno, la serosa peritoneal que recubre el estómago diferencia los omentos mayor y menor (*omentum majus et minor*), que lo fijarán solo laxamente permitiendo que se distienda y modifique su morfología y situación.

El duodeno comienza en el píloro y está situado en el aspecto dorsal del flanco derecho. La porción craneal se encuentra relacionada con el hígado y cuerpo pancreático, situándose ventralmente al *porta hepatis*. Se dirige hacia la derecha a nivel del 9º espacio intercostal. Próxima a la pared torácica derecha gira en dirección caudodorsal formando la flexura duodenal craneal que se prolonga con el duodeno descendente. El duodeno descendente presenta un recorrido paralelo a la pared abdominal derecha, situándose muy lateralmente, relacionándose dorsalmente con el riñón derecho, lóbulo derecho del páncreas y medialmente con el colon ascendente, yeyuno y válvula ileocecal. A nivel de la 6ª vértebra lumbar gira a la izquierda formando la flexura duodenal caudal donde toma un sentido ascendente para formar la flexura duodenoyeyunal. La posición del duodeno es constante independientemente del grado de repleción del estómago (Climent, 1998).

4.3.3. Vascularización del estómago y del duodeno

Las arterias que irrigan el estómago y duodeno proceden directamente de la aorta abdominal (*A. aorta abdominalis*) por medio de una rama desprendida próxima al hiato aórtico del diafragma, la arteria celiaca (*A. celiaca*), que da las tres ramas siguientes:

- Arteria gástrica izquierda (*A. gastrica sinistra*): es la menor de las tres y, en ocasiones, puede nacer de un tronco común con la a. esplénica (*A. lienalis*). Discurre hacia el cardias por el epiplón menor y tras emitir una o más ramas esofágicas (*Rami esophagei*) para la porción caudal del esófago, sigue por la curvatura menor del estómago, dando ramas parietales y viscerales. Termina anastomosándose con la arteria gástrica derecha (*A. gastrica dextra*),

procedente de la arteria hepática (*A. hepatica*), con la que forma el “círculo menor del estómago” a nivel de la curvatura menor.

- Arteria hepática (*A. hepatica*): sigue un trayecto oblicuo, hacia el lado derecho, alojada en un surco del páncreas, para el que emite varias ramas pancreáticas. Tras originar las ramas derecha e izquierda para el hígado (*Ramus dexter lateralis, dexter medialis, sinistri medialis, sinistri laterlais*), en las proximidades del píloro da la arteria gástrica derecha (*A. gastrica dextra*), la cual se dirige a la curvatura menor del estómago, dando ramas a las caras parietal y visceral del píloro y del antro pilórico, así como al epiplón menor. Termina anastomosándose con la arteria gástrica izquierda (*A. gastrica sinistra*), como ya se ha mencionado. La arteria hepática se continúa a partir de este punto como arteria gastroduodenal (*A. gastroduodenalis*) que discurre por el epiplón menor, acompañada por la vena satélite y por el colédoco, para terminar dividiéndose en la cara medial del duodeno, en las arterias pancreatoduodenal craneal (*A. pancreatoduodenalis cranialis*) y gastroepiploica derecha (*A. gastroepiploica dextra*):
 - Arteria gastroepiploica derecha (*A. gastroepiploica dextra*). Discurre entre el páncreas y la cara medial del duodeno, alcanzando el omento mayor, por el que discurre a lo largo de la curvatura mayor del estómago. Va dando una serie de ramas gástricas y de ramas epiploicas. Las primeras, al alcanzar el estómago, originan vasos parietales y viscerales, que se anastomosa con otros similares procedentes de las arterias gástricas; las segundas se distribuyen por la hoja parietal del omento mayor. La arteria termina anastomosándose con la homónima del lado izquierdo, con la que forma el “círculo mayor del estómago”.
 - Arteria pancreatoduodenal craneal (*A. pancreatoduodenalis cranialis*). Es la verdadera continuación de la arteria gastroduodenal y discurre por el mesoduodeno. Penetra inmediatamente en el lóbulo derecho del páncreas, donde da ramas pancreáticas y ramas

duodenales. Termina anastomosándose con la arteria pancreatoduodenal caudal.

- Arteria esplénica (*A. lienalis*): se dirige hacia el lado izquierdo, alojada en un surco del borde libre del lóbulo izquierdo del páncreas. Cerca de su origen emite varias ramas pancreáticas (*Rami pancreatici*) que constituyen el principal aporte sanguíneo al lóbulo izquierdo del páncreas. A nivel del ligamento gastroesplénico, emite uno o dos vasos, que se dirigen hacia el fundus del estómago, donde dan las arterias gástricas cortas (*Aa. gastricae breves*) para el fundus gástrico y varias ramas esplénicas para la porción proximal del bazo. Termina como arteria gastroepiploica izquierda (*A. gastroepiploica sinistra*), de igual distribución que la derecha, con la que se anastomosa, tras proporcionar ramas esplénicas a la porción distal del bazo (Sisson y col., 2007).

El árbol venoso pertenece al sistema portal. La vena porta (*V. portae*) es el tronco que conduce al hígado la sangre venosa de todas las porciones postdiafragmáticas del tubo digestivo, bazo y páncreas. Existe una diversidad de información sobre la formación de la red visceral de la vena porta en caninos. El patrón vascular más frecuentemente presentado es el que establece la formación del tronco principal por la reunión del tronco mesentérico y el tronco esplénico. El tronco mesentérico está constituido por la confluencia de las venas mesentérica craneal (*V. mesenterica cranialis*) y caudal (*V. mesenterica caudalis*). La v. mesentérica craneal recibe el drenaje del yeyuno (*Vv. jejunaes*), ileon (*Vv. ilei*), duodeno y rama derecha del páncreas (*V. pancreaticoduodenalis caudalis*). La v. mesentérica caudal recibe el drenaje del ciego (*V. colica*), colon (*Vv. sigmoideae*) y recto (*V. rectalis cranialis*). El tronco gastroesplénico esta formado por la reunión de la vena esplénica (*V. lienalis*) y gástrica izquierda (*V. gastrica sinistra*) que reciben como afluentes a las venas provenientes de del bazo, estómago, páncreas (cuerpo y rama izquierda) y omento mayor. La vena porta recibe en su recorrido hacia el hígado otra vena, la gastroduodenal (*V. gastroduodenalis*), que presenta dos ramas diferenciadas, la gastroepiploica derecha (*V. gastroepiploica dextra*) y pancreátoduodenal craneal

(*V. pancreatoduodenalis cranialis*), drena a la v. porta llevando sangre desde el páncreas, estómago, duodeno y omento mayor (Climent, 1998; Evans y de Lahunta, 2012; Sisson y col., 2007)

4.3.4. Inervación del estómago y del duodeno

Las paredes del tubo digestivo tienen unos plexos autónomos que regulan su actividad básica, son los *plexos de Meissner* (submucoso) y de *Auerbach* (mientérico). Se sitúan entre las capas longitudinal y circular, recibiendo sus estímulos directamente de los receptores de la mucosa y la muscular y elaborándolos para producir respuestas que se transmiten a las neuronas efectoras. Estas últimas controlan la contracción de la musculatura lisa, las secreciones exo y endocrinas, el aporte sanguíneo y la absorción. En la curvatura mayor, cerca del cardias, se encuentra una región que actúa como un verdadero marcapasos gástrico, generando 4-5 ondas por minuto que se propagan hacia el píloro.

Los plexos autónomos se encuentran bajo la dependencia del sistema nervioso vegetativo, cuya actividad ejerce un cierto control sobre los circuitos intrínsecos. La inervación parasimpática procede del nervio vago (*N. vagus*), que estimula las contracciones y las secreciones del estómago proximal e inhibe las del distal. La inervación simpática procede de los nervios espláncnicos (*Nn. splanchnicus*) que llegan al estómago tras pasar por los plexos celiacos y mesentérico craneal, cuyas ramas se distribuyen con las arterias. Inhiben las contracciones y secreciones y utilizan la norepinefrina como neurotransmisor.

El nervio vago presenta dos ramas originadas en los troncos vagales dorsal y ventral (*Truncus vagalis ventralis et dorsalis*) a nivel de la cavidad abdominal. El tronco vagal ventral forma un plexo alrededor de la porción abdominal del esófago, del cual se desprenden varios ramos gástricos parietales destinados a la cara parietal del estómago (*Rami gastrici parietales*). Emite seguidamente dos o tres ramos hepáticos (*Rami hepatici*) que alcanzan el hilio del hígado por el espesor del

omento menor, distribuyéndose por esta glándula y por las vías biliares (vesícula biliar y conductos cístico y colédoco). Fibras de esta procedencia pueden alcanzar el páncreas, siguiendo el trayecto de las arterias gástricas derecha y pancreatoduodenal craneal. Finalmente emite un ramo pilórico y algunos delgados ramos duodenales.

El tronco vagal dorsal forma igualmente un plexo alrededor de la cara dorsal del esófago abdominal, del que parten en primer lugar varios ramos gástricos viscerales que se distribuyen por la cara visceral del estómago (*Rami gastrici viscerales*), siendo además los principales responsables de la inervación del cardias. Del plexo parten también ramos celiacos y ramos renales (*Rami celiaci et renales*) que contribuyen a la formación de los plexos nerviosos del mismo nombre junto con las fibras nerviosas simpáticas correspondientes (Climent, 1998; Evans y de Lahunta, 2012).

4.3.5. Histología del estómago y del duodeno

4.3.5.1. Histología del estómago

Se distinguen en el estómago tres áreas con estructura histológica diferentes; la región del cardias, regiones del cuerpo y del fundus (ambas con idéntica estructura) y, finalmente la región pilórica (Junqueira y Carneiro, 2008).

El estómago presenta la siguiente estructura básica:

- Mucosa (*Tunica mucosa*). Constituida por un epitelio de revestimiento, una lámina propia (vasos sanguíneos, linfáticos y glándulas) y una muscular de la mucosa (*Lamina muscularis mucosae*) capa delgada y continua de tejido muscular liso. Presenta tres regiones distintas: la cardinal (*Glandulae cardiae*), gástrica propia (*Glandulae gastricae propriae*) y pilórica (*Glandulae pyloricae*), solo diferenciables por las características de sus

glándulas. Se caracteriza por la presencia de invaginaciones del epitelio para formar depresiones (criptas o fosetas) en las que desembocan gran cantidad de pequeñas glándulas.

- Submucosa (*Tela submucosa*). Bien desarrollada y permite al estómago adaptarse al volumen de su contenido. Dispersos por la submucosa se encuentran vasos sanguíneos y linfáticos. Contiene los plexos de *Meissner* o plexos nerviosos submucosos.
- Muscular (*Tunica muscularis*). Consta de un estrato longitudinal externo (*Stratum longitudinales*) que forma dos bandas longitudinales de fibras musculares a lo largo de cada curvatura, pero a nivel de las paredes laterales siguen un curso oblicuo, por lo que en estos lugares se denominan fibras oblicuas externas (*Fibrae obliquae externae*). En el perro, la capa longitudinal de la curvatura menor es muy pequeña y no llega a la incisura angular, por lo que aquí el estrato circular está directamente en contacto con el peritoneo. El estrato circular es el más profundo y no rodea el fundus, sino sólo el cuerpo y la porción pilórica. A nivel del fundus es muy delgado y se engrosa mucho sobre todo en la parte de la curvatura mayor de la porción pilórica. A nivel del píloro se condensa y diferencia el esfínter pilórico (*M. sphincter pylori*), produciendo una elevación circular de la mucosa. Las fibras oblicuas sólo existen en el fundus y el cuerpo. A nivel del cardias se condensan y forman el asa cardial (*Ansa cardiaca*), la cual determina la profundidad de la incisura cardial (*Incisura cardiaca*), entre el cardias y el fundus gástrico. Sus bordes próximos a la curvatura menor son los más gruesos y producen dos elevaciones paralelas a lo largo de esta curvatura que encierran una depresión, el surco gástrico (*Sulcus ventriculi*), en cuyo fondo se encuentra el estrato circular (*Stratum circulare*). Entre las capas musculares superficial y media se encuentran los plexos nerviosos mientéricos o de *Auerbach*.
- Serosa (*Tunica serosa*). es la peritoneal, formada por un epitelio pavimentoso cubriendo una delgada capa de tejido conjuntivo laxo (*Tela subserosa*).

4.3.5.2. Histología del duodeno

El intestino delgado presenta la misma estructura que el resto del tubo digestivo. Presenta tres porciones: duodeno, yeyuno e íleon y en esta porción ocurren los procesos finales de la digestión de alimentos y absorción de los productos de la digestión (Junqueira y Carneiro, 2008, Evans y de Lahunta, 2012).

El duodeno presenta la siguiente estructura básica:

- Mucosa. Presenta una serie de evaginaciones de la membrana mucosa que se proyectan a la luz del intestino, de forma foliácea en el duodeno. Entre los puntos de inserción de las vellosidades desembocan las glándulas tubulares simples o de *Lieberkühn*. La mucosa del intestino delgado está formada por varios tipos celulares, las intestinales prismáticas (más frecuentes), caliciformes (menos numerosas en esta porción del intestino), argentafines, de *Paneth* y endocrinas (ricas en esta porción, productoras de colecistocinina y secretina y otros polipéptidos). La lámina propia penetra en las vellosidades llevando consigo vasos sanguíneos y linfáticos.
- Submucosa. Presenta en la porción inicial del duodeno acúmulos de glándulas tubulares ramificadas y enrolladas que se abren en las glándulas intestinales (glándulas duodenales o de *Brüner*) con una secreción alcalina con una función protectora de la mucosa frente al ácido clorhídrico. También se encuentran en esta capa nódulos linfáticos que ocasionalmente se agrupan y forman las llamadas *placas de Peyer* más características del íleon.
- Muscular. Presenta disposición característica de fibras lisas en dos subcapas, una interna con disposición circular y otra externa de orientación longitudinal.
- Serosa. Constituida por un tejido conjuntivo laxo rico en vasos sanguíneos y linfáticos y un mesotelio de epitelio pavimentoso.

Los vasos sanguíneos que nutren el intestino atraviesan la capa muscular y forman un gran plexo en la submucosa. Los vasos linfáticos se originan en el centro de las vellosidades y pasan a la submucosa donde se expanden en torno a los nódulos linfáticos. Los componentes nerviosos del intestino están formados principalmente por los plexos nerviosos submucoso y mientérico.

4.3.6. Movimientos peristálticos fisiológicos del estómago y duodeno

Con el fin de cumplir sus funciones mecánicas, la musculatura lisa del estómago, estimulada por su innervación autónoma y por estímulos hormonales, realiza una serie de movimientos que afectan a sus distintas partes.

Desde un punto de vista funcional se distinguen en el estómago del perro dos partes, una proximal y otra distal. El estómago proximal comprende el cardias, el fundus y el tercio proximal del cuerpo. En condiciones normales el cardias se relaja durante la deglución, la eructación o el vómito, bajo la influencia del nervio vago y de neuronas no colinérgicas y no adrenérgicas. El fundus y el tercio proximal del cuerpo cumplen dos funciones; recibir y almacenar los sólidos y expulsar los líquidos. Para la primera el cardias y el estómago proximal relajan su musculatura y se dilatan cuando reciben un bolo de alimento, aumentando de volumen sin apenas incrementar la presión intragástrica. El estímulo vagal que produce esta relajación adaptativa parece mediado por el adenosín trifosfato (ATP). Para la expulsión de los líquidos es importante la presión intragástrica, dependiendo de las contracciones tónicas del estómago proximal. Estas contracciones están reguladas también por la innervación vagal pero en este caso el mediador es la acetilcolina. La noradrenalina inhibe ambas funciones. Algunas hormonas participan en el control de la motilidad gástrica: la motilina la estimula mientras que la gastrina, la colecistoquinina y el péptido inhibitorio gástrico la inhiben. El estómago distal comprende la mayor parte del cuerpo y la región pilórica y sus contracciones mezclan el contenido y expulsan los sólidos hacia el fundus. Lo más característico es la presencia de ondas peristálticas, que se producen con una frecuencia de 4-5 por minuto, coincidiendo

con la actividad del marcapasos gástrico. El estímulo del vago produce una actividad peristáltica intensa en el estómago distal.

El vaciado gástrico es la consecuencia de la actividad motora. La expulsión de los líquidos depende del gradiente entre la presión intragástrica y la presión duodenal, y por tanto está controlada por el estómago proximal. La expulsión de los sólidos depende de las contracciones del estómago distal y la actividad del píloro. Con el estómago vacío, cuando las ondas peristálticas llegan al píloro provocan su abertura. Con el estómago lleno, provocan su cierre, permitiendo únicamente el paso de líquidos o de partículas menores de 2 mm de diámetro.

Los movimientos peristálticos en el duodeno pueden ser descritos como contracciones anulares que progresan distalmente sobre el eje corto del intestino. Muestran una frecuencia similar a la observada en el estómago (Poulsen y col., 2000), aunque estos movimientos son menos evidentes y pueden ser observados con una frecuencia de 1 a 2 movimientos por minuto (Penninck y col., 1990). La motilidad del intestino es el resultado de una interacción de factores que incluyen las características celulares, actividad contráctil y regulación neuronal, sin embargo, la comprensión de la interrelación de estos factores y la motilidad intestinal es compleja (An y col., 2001).

4.4. Imagen ecográfica del estómago y del duodeno en el perro

4.4.1. Imagen ecográfica normal del estómago y del duodeno

El patrón ecográfico de la pared digestiva ha sido ampliamente descrito (Penninck y col., 1990; Agut y col., 1996; Delaney y col., 2003). Su disposición típica en múltiples capas alternas hiper e hipoeoicas mantiene su patrón característico estratificado y coincidente con el descrito en humanos (Machi y col., 1986; Miller y Kemberling, 1984).

Así pues, y desde la superficie serosa hacia el lumen se dispone, en primer lugar, una fina línea hiperecogénica que corresponde a la capa serosa. A continuación otra hipoeoica que se identifica como la capa muscular. La siguiente línea hiperecogénica es la submucosa. La mucosa se aprecia más interna como una capa consistente hipoeoica. Por último, la interfase mucosa - contenido luminal se observa como una fase ecogénica (Lamb, 1999; Larson y Biller, 2009) (figura nº 12).



Figura nº 12. (a) Valoración de la pared del fundus del estómago, La medición de la pared debe hacerse en la zona valle de los pliegues gástricos. (b) Distensión moderada de la luz del estómago, patrón mucoso, los pliegues gástricos son valorados más nítidamente. (c) Corte transversal del fundus del estómago con presencia de gas en su luz que impide la evaluación de la pared más distal. Obsérvese la estratificación característica de la pared del estómago.

Esta eco-arquitectura se mantiene a lo largo de todo el tubo digestivo aunque dependiendo del segmento digestivo analizado se encontrarán algunas particularidades (Fleischer y col., 1980). En el estómago, la muscular y serosa se

mantienen en la periferia sin introducirse en los pliegues gástricos. La capa mucosa es más delgada que en el intestino delgado y mantiene un grosor en ocasiones similar al de la capa muscular. El fundus del estómago presenta los pliegues gástricos más prominentes (figura nº 12). El antro pilórico se caracteriza por su contorno liso y menor grosor, con pliegues muy poco pronunciados, incluso no apreciables cuando se explora al paciente en fase postprandial (figura nº 13) (Seiler y Maï, 2009).



Figura nº 13. (a) Valoración del esófago abdominal a nivel del hiato diafragmático, corte longitudinal. (b) Valoración del píloro en un corte en su eje sagital, el fundus del estómago (derecha de la imagen) presenta un contenido alimenticio que produce atenuación progresiva. (c) Movimiento peristáltico a nivel del cuerpo del estómago en fase postprandial.

El píloro ecográficamente normal se localiza al final del antro pilórico. En su aspecto lateral o dorsolateral, se identifica como un esfínter que presenta un engrosamiento moderado de la capa muscular (figura nº 13) y que se continúa con el duodeno proximal. Esta primera porción del duodeno presenta una capa mucosa fina, de grosor similar a la capa muscular. En su recorrido proximal se observa como la capa mucosa adquiere progresivamente su grosor máximo y ecogenicidad característica (Fominaya, 2010) (figura nº 14).

La papila duodenal es difícil de observar debido a su pequeño tamaño. Se localiza en la primera porción del duodeno (aproximadamente a unos 2 cm del píloro), próxima a la curvatura craneal duodenal, abordando al duodeno en su aspecto dorso medial (Larson y Biller, 2009). Se identifica como una pequeña papila que interrumpe la capa serosa y atraviesa la capa mucosa. En el intestino delgado

se diferencia más claramente todas las capas, siendo la más evidente la capa mucosa por su grosor (figura nº 14) (Kleine, 1999). El tramo intestinal con un mayor grosor es el duodeno descendente.

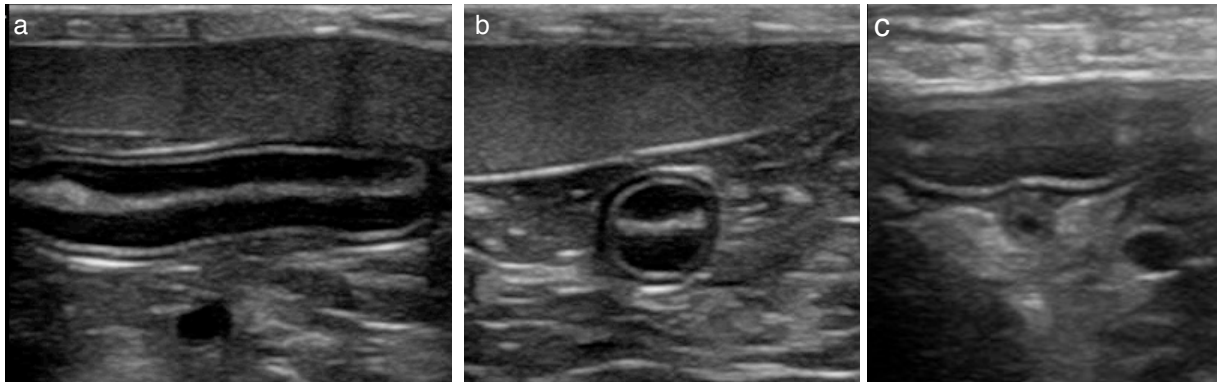


Figura nº 14: corte longitudinal (a) y transversal (b) de segmento de intestino delgado. Se aprecia la estratificación característica de la pared digestiva con una capa hipoeoica interna más gruesa que corresponde con la mucosa intestinal. (c) Detalle del duodeno descendente en un corte transversal en el que se observa la entrada del conducto biliar común a nivel de la papila duodenal.

Dentro de la luz digestiva se identifican diferentes contenidos, que producirán una imagen ecográfica particular y deben ser clasificados para realizar una correcta evaluación del tubo digestivo (Fominaya, 2010) (figura nº 15).

- Patrón líquido. Presenta un patrón anecoico, el líquido contenido en el tubo digestivo contiene partículas en suspensión y pequeñas burbujas de gas que puede observarse como pequeños ecos en suspensión.
- Patrón alimento. Ingerido y todavía sin formar el quimo, puede adquirir un patrón ecográfico diverso dependiendo de la ingesta, de la consistencia y composición del mismo.
- Patrón mucoso. Característico de la papilla digestiva (quilo). Su imagen ecográfica es de consistencia homogénea y variará de hipoeocogénica a moderadamente ecogénica sin evidencia de sombra acústica posterior. En su seno se aprecian las partículas en suspensión lo que facilita evaluar el tránsito digestivo.
- Patrón gas. En cantidad más o menos abundante en estómago, se observa una interfase ecogénica en contacto con la superficie mucosa que produce

sombra acústica (denominada sucia) y/o artefactos de reverberación. En el intestino delgado, cuando el gas de la luz se acumula en pequeñas burbujas, la reverberación es en forma de cola de cometa.

El estómago ecográficamente normal tiene un grosor normal de 2 a 5 mm, aunque es variable dependiendo del grado de distensión. Existen pocos estudios que aborden el grosor de las diferentes porciones del estómago, observándose diferencias entre los diferentes autores. Se refieren variaciones en relación al peso del paciente, aunque se ha señalado que no existe variación respecto a las razas (Penninck y col., 1989), tamaño ni edad (Saunders y col., 1992). Un estudio reciente en perros de raza Beagle de 7-12 semanas de edad establece un grosor del estómago de $2,7 \pm 0,4$ mm y del duodeno de $3,8 \pm 0,5$ mm (Stander y col., 2010).



Figura nº 15. Corte longitudinal a nivel de la línea media en abdomen medio / craneal donde pueden observarse un corte transversal del estómago (cuerpo) con un contenido mucoso (que no produce sombra posterior), el colon transverso se observa inmediatamente caudal con una interfase ecogénica, con gas en su luz y escasamente distendido, un segmento de intestino delgado se observa colapsado, sin contenido con su estructura característica.

Las medidas del grosor del estómago pueden ser difíciles de tomar si el estómago se encuentra totalmente colapsado y existen grandes diferencias entre las medidas tomadas en los pliegues gástricos o entre ellos. Se indica que el fundus del estómago presenta, cuando se mide mediante imágenes ecográficas, el grosor mayor y el antro pilórico el menor (Seiler y Maí, 2009).

El número de movimientos peristálticos es de 4-5 por minuto en fase postprandial (también muy influenciado por el grado de repleción gástrica y ciertas hormonas-colecistoquinina, gastrina, etc.) (Delaney y col., 2003; Choi y col., 2002, Wyse y col., 2003). Un estudio evalúa ecográficamente el índice de motilidad (MI) del estómago considerando el perímetro del antro pilórico y número de contracciones por minuto en fase postprandial (Tsukamoto y col., 2011).

Con respecto al intestino fisiológico, el grosor es de 2-3 mm, aunque se señala que la primera porción del duodeno descendente presentará un mayor grosor que el resto de asas intestinales y puede alcanzar los 5 e incluso 6 mm en las razas de mayor tamaño (Bradley, 2009; Agut y col., 1996), existiendo una correlación directa con el peso corporal (Delaney y col., 2003). El estudio de las diferentes capas del duodeno (Gladwin y col., 2014) y su grosor en perros de diferente tamaño evidencia una relación entre el grosor de la capa mucosa y el tamaño del perro. Los movimientos peristálticos observados son de 1 a 3 movimientos peristálticos por minuto aunque esta frecuencia se incrementa en la fase de la digestión.

Se exponen (tabla nº 3) los valores de referencia publicados del grosor de la pared del estómago y duodeno por los diferentes autores, para perros en condiciones fisiológicas, sin evidencia de patología gastrointestinal.

AUTOR	Grosor estómago (mm)	Grosor duodeno (mm)
Penninck y col., 1989	3,0 3,25 4,0	2,7 (raza pequeña) 2,7 (raza mediana) 3,0 (raza grande)
Nyland y Mattoon 2002	3-5	≤ 5
Penninck y d'Anjou, 2015	2-5	3 - 6
Seiler y Mař, 2009	3-5	< 6
Delaney y col., 2003	-	≤ 5,1 (≤20 Kg) ≤ 5,3 (20 - 30 kg) ≤ 6 (≥30 kg)
Agut y col., 1996	3-4	2 - 3 duodeno proximal
Frame, 2006	3-4	4,7 (≤ 20 kg) 5,5 (> 20 kg)
Loriot y col., 1997	3-5	-
Poulsen y col., 2000	3-5	2,3
Frisch 1996	5-6	-
Stander y col., 2010	2,2-3,7	3,2-4,8 (Beagles de 7-12 semanas)

Tabla nº 3. Principales valores de referencia del grosor del estómago y duodeno fisiológico en el perro publicadas por los principales autores.

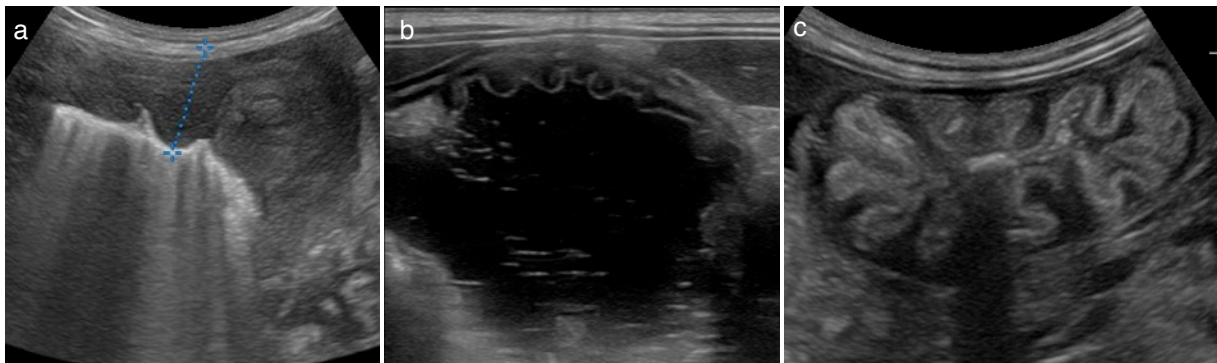
4.4.2. Imagen ecográfica en las principales patologías digestivas

El estudio ecográfico de la pared digestiva deberá ser ordenado. Se iniciará con la caracterización de la pared digestiva, observando si se preserva la estructura normal y estratificación característica de sus capas, así como los cambios evidentes en el espesor de su pared. Los datos obtenidos de los movimientos peristálticos deben señalar si existe un incremento, disminución o ausencia de estos y si implican de forma concreta a algún segmento digestivo o por el contrario se afectan de forma difusa. Los cambios en los patrones del contenido deben ser incluidos en el estudio, señalándose si existe un predominio de alguno de los patrones o su presencia anormal en un determinado segmento del tubo digestivo. La evaluación de hallazgos ecográficos en estructuras relacionadas se muestra relevante. El estudio del volumen de los linfonodos regionales y su patrón ecográfico, así como la evaluación de la membrana peritoneal y hallazgos en otras vísceras, pueden ser claves para una correcta interpretación de estos pacientes. Es por tanto, la interpretación de todos los hallazgos ecográficos lo que permitirá establecer un diagnóstico adecuado del paciente con clínica digestiva (Penninck y col., 1990; García Real y Díez Bru 2005)

4.4.2.1. Imagen ecográfica en las principales patologías gástricas

Las lesiones inflamatorias de la pared gástrica se refieren a un aumento de grosor de la pared sin pérdida de su arquitectura, aunque este hallazgo no se considera específico (Penninck y d'Anjou, 2015). Esta afirmación se refiere a aquellas lesiones más agudas, que se asociarán a una mayor cantidad de líquido en la luz del fundus gástrico, hiperperistaltismo, linfadenopatías adyacentes e incluso la presencia de úlceras gástricas con o sin reacción del meso asociado (figura nº 16). Las lesiones inflamatorias del estómago no deben considerarse específicas y pueden incluir un engrosamiento de la pared del estómago con variación de su ecogenicidad, engrosamiento de los pliegues gástricos y/o falta de definición e incluso pérdida de estratificación en aquellos casos más graves (Seiler y Maï, 2009).

En las gastritis crónicas se aprecia un aumento del grosor de la pared superior a los 5 mm. En aquellas gastropatías más cronificadas la diferenciación de las capas del estómago puede verse difuminada y ser difícilmente reconocible (figura nº 16). En las gastropatías urémicas asociadas a fallo renal, la mineralización de la mucosa gástrica produce una interfase mucosa marcadamente ecogénica que incluso llega a producir atenuación posterior (Grooters y col., 1994; Díez Bru y García Real, 2004). Las lesiones inflamatorias de la pared gástrica pueden afectar a toda la víscera o a una porción localizada del estómago (Sullivan y Yool, 1998) y muy frecuentemente se asocia a lesiones de la misma naturaleza en la primera porción del intestino delgado.



Figuras nº 16. (a) Gastropatía crónica, linfoplasmocitaria, la cronicidad del proceso produce una menor diferenciación de las capas con un engrosamiento marcado de la pared. (b) Gastritis aguda, dilatación del estómago con un patrón líquido, la estratificación de la pared no se observa alterada. (c) Gastropatía urémica, aumento evidente de la ecogenicidad de la capa mucosa.

La obstrucción del canal pilórico se relaciona con alteraciones que produzcan la interrupción del tracto de salida del estómago (Rhodes y Brodey, 1965), de origen funcional o mecánico (Douglas, 1968). Entre las causas mecánicas cabe destacar los cuerpos extraños, estenosis por hipertrofia pilórica, neoplasias, inflamaciones, necrosis e invaginación gastroduodenal (Seiler y Maï, 2009; Lee y col., 2005). Las causas funcionales (espasmo de píloro) son más difíciles de diagnosticar ecográficamente. El grado de distensión del estómago dependerá de la duración y grado de la obstrucción (Haller y Cohen, 1986). Los signos asociados a la obstrucción pilórica incluyen la distensión del estómago y antro pilórico, con acúmulo de ingesta. Las contracciones del antro pilórico pueden estar incrementadas en aquellos procesos más crónicos o presentarse disminuidas (Elwood, 2003).

En la gastropatía pilórica hipertrófica crónica se evidencia una dilatación anormal del estómago con gran volumen residual (Rhodes y Brodey, 1965). El engrosamiento de la región pilórica y esfínter pilórico suele ser relevante (Van Der Gaag y col., 1976) (figura nº 17).

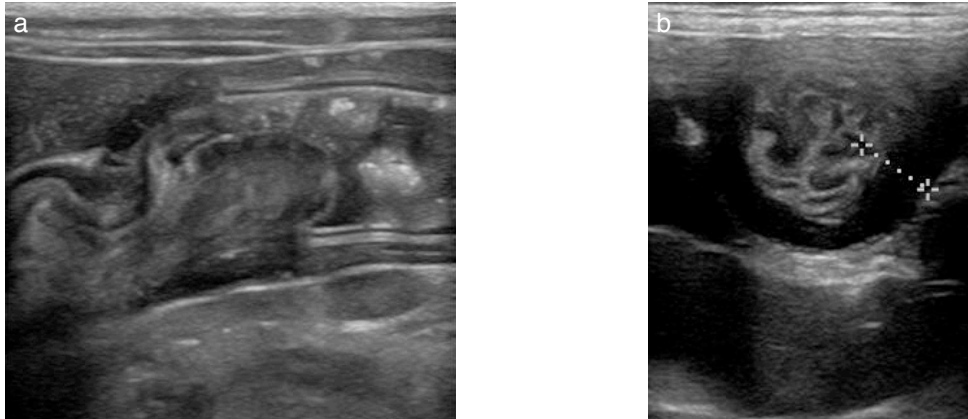


Figura nº 17. (a) Gastropatía hipertrófica que afecta a la capa mucosa (faveolar), se observa un aumento del grosor de la mucosa del canal pilórico que produce una estenosis del tracto de salida. **(b)** Gastropatía hipertrófica de la capa muscular. Aumento de grosor marcado de la capa muscular del píloro que produce una alteración del diámetro de este.

Atendiendo a la implicación de la capa muscular (hipertrofia de capa muscular) o de los pliegues de la mucosa (hiperplasia glandular y faveolar) (Walter y col., 1985) el estudio ecográfico de las diferentes capas de la región pilórica presenta una correlación con su disposición histológica (mucosa, submucosa, muscular y serosa), lo que permite una valoración ecográfica precisa (figura nº 17) pudiéndose aproximar a la alteración histológica que le afecta (Bellenger y col., 1990). La valoración ecográfica del diámetro del canal pilórico aproximará al grado de lesión (Biller y col., 1994; Bellenger y col., 1990; Blumhagen y Combs, 1981; Blumhagen y Nobel, 1983).

La evidencia de cuerpos extraños se incluye dentro del estudio del contenido. Los patrones digestivos anormales (no incluido en los cuatro patrones anteriormente descritos) pueden establecer la sospecha de un cuerpo extraño (Hoffmann, 2003). La exploración del paciente desde los diferentes abordajes resulta de especial

interés cuando se quiera evidenciar la presencia de un cuerpo extraño digestivo (Pennick y col., 2003).

El patrón ecográfico de los cuerpos extraños es muy variable y dependerá de su composición y consistencia (figura nº 18) (Tidwell y Penninck, 1992), siendo el más frecuentemente descrito aquel que produce una interfase ecogénica con formación de una sombra acústica posterior consistente. Debe señalarse que algunos tipos de materiales (siliconas, cristales, gomaespuma...), pueden no corresponder a este patrón (Fominaya y Rodríguez Quirós, 2005).

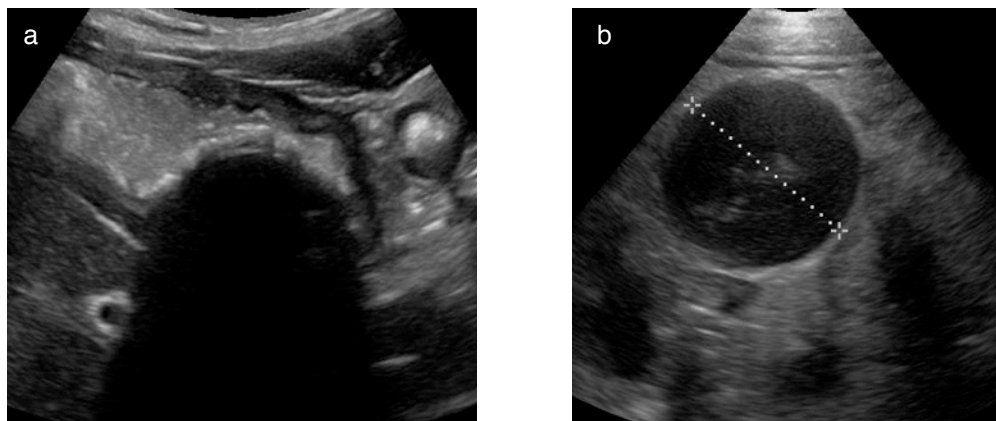


Figura nº 18. (a) Cuerpo extraño en fundus gástrico, se evidencia estructura rígida con interfase ecogénica y formación de sombra acústica posterior limpia. **(b)** Cuerpo extraño gástrico de morfología redondeada, de patrón hipoeicoico que no produce una sombra acústica distal

La presencia de un cuerpo extraño en antro y píloro puede asociarse a una obstrucción digestiva, evidenciándose en estos pacientes una dilatación patológica del fundus gástrico cuando la obstrucción es completa (Halfacree, 2010).

Los tumores gástricos pueden evidenciarse ecográficamente como un engrosamiento localizado o, más raramente, difuso de la pared con desestructuración de la ecoanatomía en multicapas típica (Lamb, 1999; Rivers y col., 1997). Las neoplasias de estómago pueden presentar diferentes patrones ecográficos dependiendo de su naturaleza y localización (figura nº 19) aunque la clasificación histológica de la lesión es necesaria para el diagnóstico de la patología

(Penninck y col., 1998). En el perro, el carcinoma es el tumor más frecuente, siendo las lesiones más comunes asimétricas y de patrón hipoecoico (Frame, 2006). Los carcinomas gástricos pueden producir una afectación difusa de la pared aunque también se observan más delimitados (Swann y Holt, 2002; Gualtieri y col., 1999; Beck y col., 2001). El estudio de los linfonodos es fundamental en estos pacientes, ya que en la mayoría de los casos se encontrarán invadidos. Se describe el patrón en diana como el más característico de los nódulos linfáticos afectados (centro ecogénico y periferia hipoecoica) (Paoloni y col., 2002).

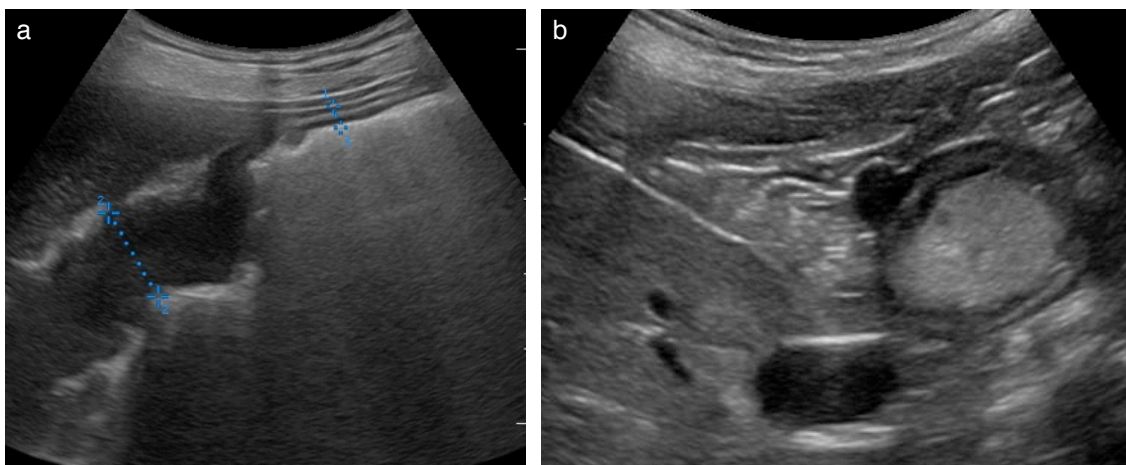


Figura nº 19. Imagen de lesiones compatibles con neoplasia que afectan a la pared de estómago. **(a)** Masa que afecta de forma difusa a la pared el cuerpo y canal pilórico, con pérdida de la estratificación y contorno irregular. **(b)** Masa localizada que afecta a la capa muscular del estómago (leiomioma).

Dentro de los tumores musculares, los leiomiomas se describen más frecuentemente en perros de edad avanzada y suelen presentarse como lesiones localizadas que desplazan la serosa hiperecogénica y la submucosa y mucosa (hiper e hipoecoica) (Kaser-Hotz y col., 1996; García Real y Díez Bru, 2005). Los leiomiosarcomas y tumores estromales, localizados frecuentemente en antro pilórico, presentan lesiones mucho más evolucionadas, de un volumen considerable y asociadas a lesiones de tipo ulcerativo (Penninck y col., 1998). El linfoma gástrico adquiere un patrón típicamente hipoecoico con pérdida de la disposición en capas característica; su superficie suele ser lisa y la motilidad en la zona afectada está reducida. El estudio de los linfonodos regionales a menudo manifestará un aumento

de su volumen y disminución de su ecogenicidad de forma difusa (Lamb y Grierson, 1999).

La apariencia ecográfica de los tumores gástricos, aunque sugerente, nunca debe considerarse definitiva (figura nº 20). La realización de biopsias debe plantearse como el método de diagnóstico definitivo (Penninck y col., 1990). La cronicidad de los procesos afectará de manera radical al patrón ecográfico de la lesión, siendo por tanto más complicada la diferenciación de patrones neoplásicos de otros de naturaleza no tumoral que presenten lesiones más avanzadas (gastropatías hipertróficas, crónicas y abscesos o piogranulomas cronicados entre otros) (Fominaya y Rodríguez Quirós, 2005). Los pólipos gástricos se observan como lesiones aisladas, con una base de inserción estrecha y crecimiento intraluminal (Diana y col., 2009).

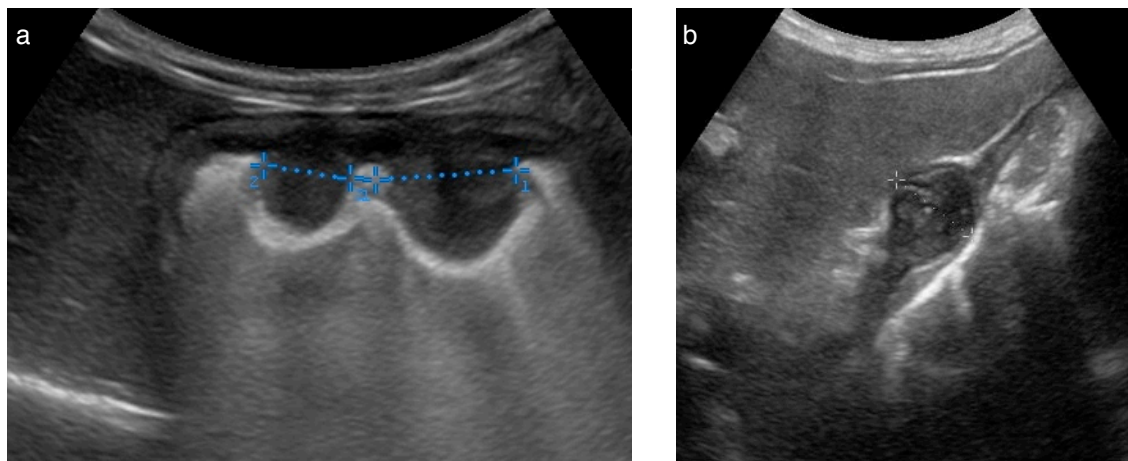


Figura nº 20. Imagen de lesiones compatibles con neoplasia que afectan a la pared de estómago. **(a)** Crecimientos de tipo polipoide que afectan a la capa mucosa del estómago. **(b)** Masa localizada de patrón heterogéneo que produce un engrosamiento bien delimitado de la pared.

Las úlceras gástricas suelen acompañarse de un engrosamiento de la pared (figura nº 21). La erosión de su superficie producirá una agresión de la capa mucosa observándose una lesión en cráter donde se acumulan pequeñas burbujas de gas con unos ecos hiperrefringentes (Farrow, 2003). En aquellas lesiones más crónicas puede apreciarse una rigidez del segmento afectado y reacción peritoneal periférica (Boysen y col., 2003).

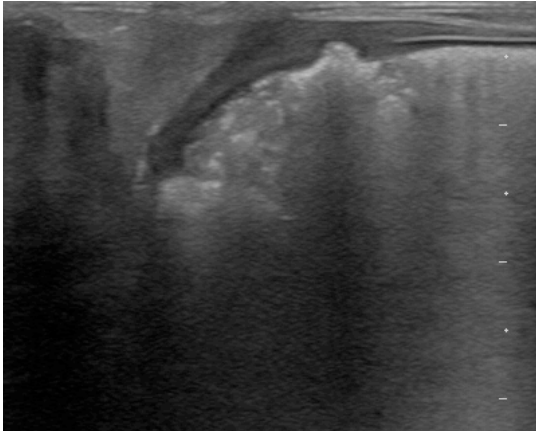


Figura nº 21. Úlcera gástrica. Erosión en la capa mucosa de la pared del estómago, la presencia de pequeñas cantidades de gas producen una interfase ecogénica con sombra acústica posterior.

4.4.2.2. Imagen ecográfica en las principales patologías del intestino delgado

Los procesos inflamatorios intestinales pueden presentar patrones diversos (figura nº 22), aunque se caracteriza por un aumento del grosor de la pared (con estructura en multicapas mantenido) con incremento del patrón líquido e hiperperistaltismo (Rudorf col., 2005). Estas lesiones son observadas más frecuentemente en aquellas enteropatías agudas o de naturaleza infecciosa (víricas o bacterianas). Las enteropatías crónicas por el contrario presentan patrones más variables y puede observarse el predominio de alguna de las capas intestinales sobre otras. La lesión inflamatoria puede afectar a segmentos intestinales determinados, pudiéndose comparar la pared de un segmento alterado con otro no afectado. Las enteropatías crónicas pueden presentar un infiltrado en la capa mucosa, una peor definición y diferenciación entre mucosa o submucosa, la pérdida de la estructura en multicapas o el predominio evidente de alguna de ellas (Penninck y Mitchell, 2003).

La evaluación aislada del grosor de la pared intestinal se establece como un dato insuficiente para el diagnóstico de enfermedad inflamatoria intestinal, pudiendo obtenerse falsos positivos. En estos casos se propone la evaluación del grosor intestinal junto con la alteración en la capas digestivas como un hallazgo que puede ayudar a diferenciar la enfermedad inflamatoria intestinal de las lesiones neoplásicas, aunque aquellas lesiones inflamatorias más crónicas pueden alterar la estructura en capas (enteritis necrotizante o hemorrágicas) (Martínez y col., 2013).

Otros parámetros que pueden ser utilizados por el examinador para diferenciar la enfermedad inflamatoria intestinal de otra de origen neoplásico serán la extensión de la lesión, la simetría, la alteración de la estratificación y el patrón de los linfonodos asociados y peritoneo asociado al asa afectada (Penninck y Mitchell, 2003; Martínez y col., 2013). En las enteritis crónicas idiopáticas los hallazgos referentes al grosor de la pared pueden ser menos evidentes. Se observa un infiltrado difuso de la mucosa a modo de pequeño punteado ecogénico uniformemente distribuido. Las linfadenopatías asociadas suelen ser evidentes (Kull y col., 2001), y en aquellos casos más cronificados pueden existir segmentos intestinales más rígidos, con pérdida de elasticidad y déficit de transmisión de los movimientos peristálticos. Se ha descrito para la enteropatía perdedora de proteínas un patrón ecográfico a modo de estratificaciones verticales ecogénicas que afectan a la capa mucosa (patrón en empalizada) (Sutherland-Smith y col., 2007) que corresponde a procesos de linfangiectasia, aunque este hallazgo también ha sido descrito en algunos tumores intestinales de afectación difusa. El intestino corrugado o fruncido puede relacionarse con enfermedades de tipo inflamatorio crónico (Moon y col., 2003), aunque también puede relacionarse con pancreatitis, peritonitis, perforación intestinal y enfermedades isquémicas mesentéricas.

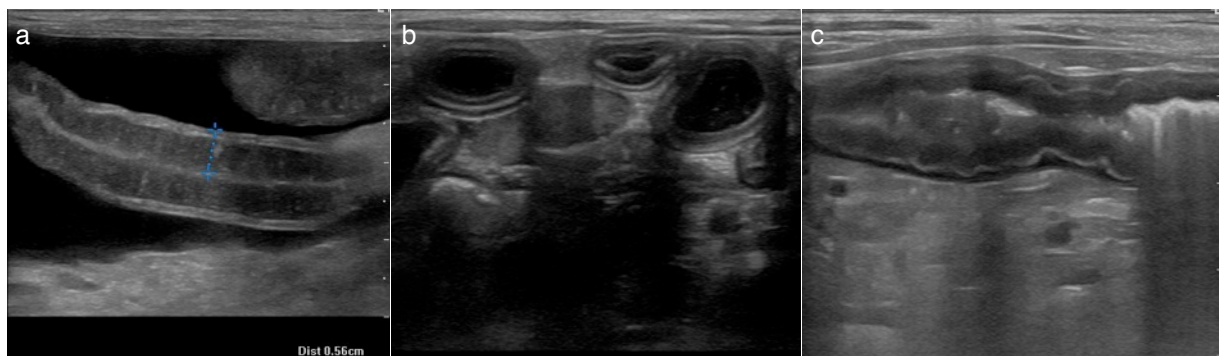


Figura nº 22. (a) Enteropatía crónica, perdedora de proteínas, engrosamiento de la pared con estratificación mantenida, cambio de consistencia de la capa mucosa con aumento de su ecogenicidad. (b) Enteritis aguda, dilatación de diferentes segmentos intestinales con aumento del patrón líquido y linfadenopatías asociadas. (c) Enteropatía crónica, engrosamiento de la pared intestinal con signos de aplicamiento más característico de enfermedades crónicas y con inflamación peritoneal asociada.

Las lesiones de tipo neoplásico presentan una desestructuración de la pared y la pérdida de la disposición en capas (figura nº 23). Hay múltiples estudios que

describen el patrón ecográfico de los tumores intestinales más frecuentes en el perro aunque su confirmación debe realizarse tras el estudio histopatológico (Penninck y col., 2003). El linfoma intestinal es quizás el tumor más uniforme. Raramente constrictivo de la luz intestinal, presenta una forma de anillo concéntrico que afecta a todo el perímetro del asa afectada. Adquiere un patrón hipoecoico y puede afectar a distintos segmentos intestinales. Las linfadenopatías asociadas suelen ser evidentes. Por lo general presentan un patrón ecográfico más irregular, su morfología suele ser más abrupta y en numerosas ocasiones se asocia una imagen de íleo obstructivo (Penninck y col., 1994). Los tumores musculares del intestino, al igual que en estómago, suelen ser delimitados y afectar únicamente a una porción del perímetro (Myers y Penninck, 1994).

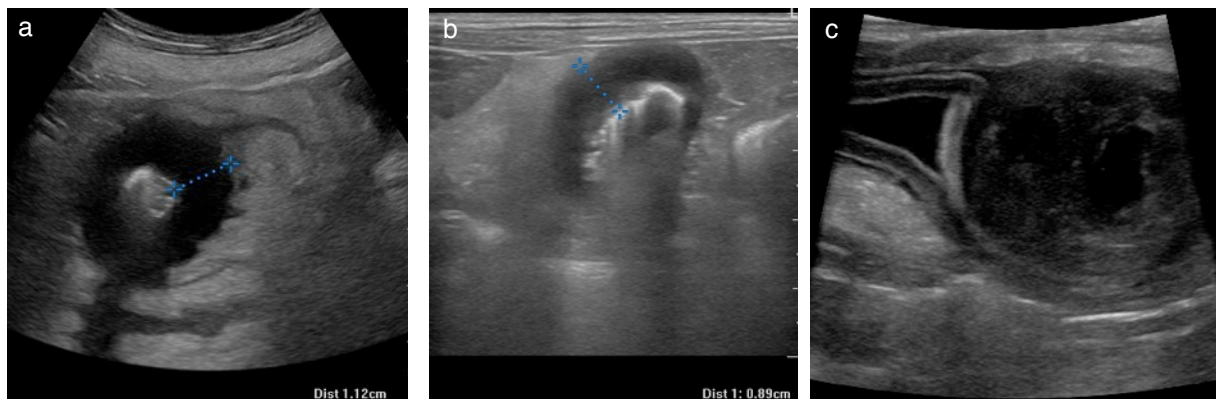


Figura nº 23. Lesiones intestinales compatibles con neoplasias intestinales. **(a)** Lesión de tipo anular y patrón hipoecoico que produce una desestructuración de la pared intestinal. **(b)** Lesión anular asimétrica, el grosor de la lesión no se mantiene en toda la circunferencia. **(c)** Lesión nodular excéntrica que produce una compresión de la luz intestinal.

Los carcinomas intestinales presentan características más similares a los linfosarcomas y su caracterización es más difícil (Rivers y col., 1997). Las linfadenopatías asociadas tampoco permite su diferenciación. Las úlceras y los crecimientos intraluminales de tipo polipoide pueden observarse (Paoloni y col., 2002).

El patrón ecográfico de los cuerpos extraños ha sido descrito anteriormente. Aquellos alojados en la luz del intestino delgado producirán una dilatación anormal de la luz del segmento donde este se encuentre, con un cambio en el patrón digestivo (figura nº 24). Si la obstrucción intestinal es completa la dilatación del

segmento intestinal anterior (asa centinela) será un hallazgo característico, con acúmulo de gas y líquido en su luz.

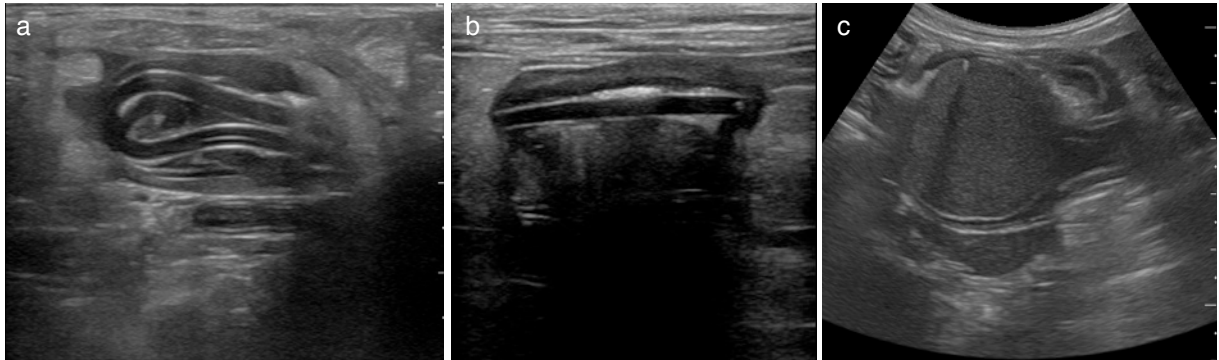


Figura n° 24. Cuerpos extraños intestinales. **(a)** Cuerpo extraño flexible con patrón hipoeoico con dos interfases ecogénicas paralelas (chupete). **(b)** Cuerpo extraño rígido que produce una deformación marcada de la luz intestinal con una doble interfase ecogénica (cristal). **(c)** Cuerpo extraño de patrón homogéneo, hipoeoico bien definido.

Los cuerpos extraños lineales producirán un fruncimiento del segmento intestinal (*"intestino en acordeón"*) secundario al proceso obstructivo generado (figura n° 25). Cuando se identifica se representa como una fina línea ecogénica con un recorrido rectilíneo debido a la tensión adquirida (Tidwell y Penninck, 1992). En este tipo de lesiones, la ecogenicidad del peritoneo asociado al asa suele presentar un engrosamiento evidente, acompañado de un aumento de su ecogenicidad. Ambos son signos de reacción peritoneal.

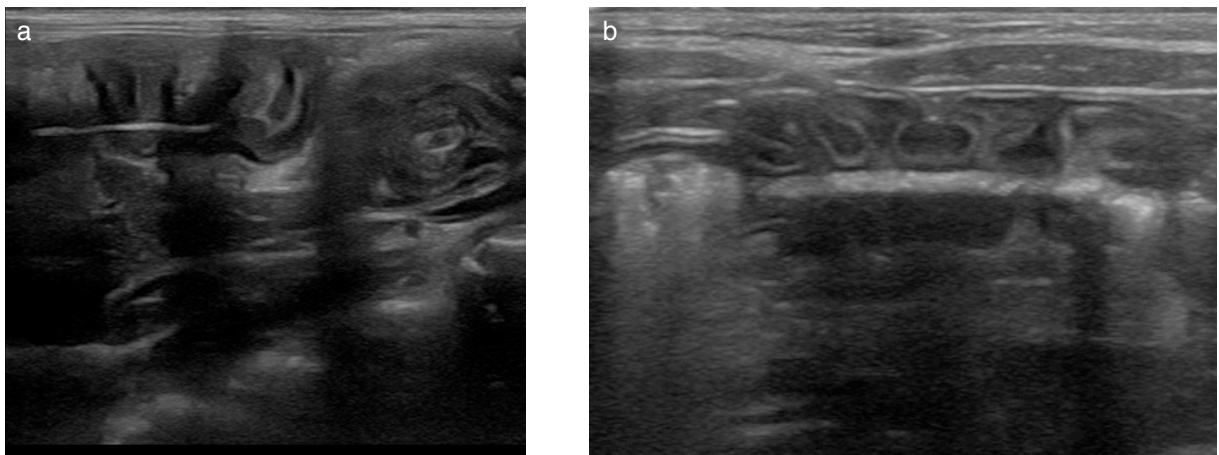


Figura n° 25. Cuerpos extraños lineales intestinales. **(a)** Corte sagital de segmento intestinal con fruncimiento intestinal, se evidencia una fina línea ecogénica que corresponde con el cuerpo extraño lineal. **(b)** Imagen de fruncimiento intestinal, la pared intestinal se observa plegada sobre su eje debido a la presencia de un cuerpo extraño lineal, que se observa en su luz como una interfase ecogénica rectilínea.

La dilatación que acompaña al cuadro obstructivo por cuerpos extraños lineales no suele ser tan evidente como en el caso de otras obstrucciones producidas por otros cuerpos extraños (Penninck y Mitchell, 2003).

Aquellos cuerpos extraños asociados a perforaciones intestinales producirán, en el tramo de pared afectado, una pérdida de definición de las capas con un patrón hipoecoico. El peritoneo adyacente reactivo se presentará engrosado y de patrón ecogénico. La presencia de gas libre en cavidad peritoneal, líquido libre abdominal contaminado o aplicamiento del segmento afectado son signos compatibles con una perforación digestiva (Hilton y col., 2002; Boysen y col., 2003). Un aumento de ecogenicidad peritoneal del meso junto con una dilatación del asa intestinal adyacente se ha descrito en el atrapamiento intestinal postquirúrgico (Swift, 2009).

Las invaginaciones presentan una imagen ecográfica característica (figura nº 26), siendo descrita como una lesión en múltiples aros concéntricos alternando capas hipo e hiperecoicas. Se describe en la literatura como una lesión en “*capas de cebolla*” (Lamb y Mantis, 1998). Por lo general el acúmulo de líquido anterior a la invaginación es abundante y se describen todos los hallazgos ecográficos descritos en el íleo mecánico (Liste, 2000).

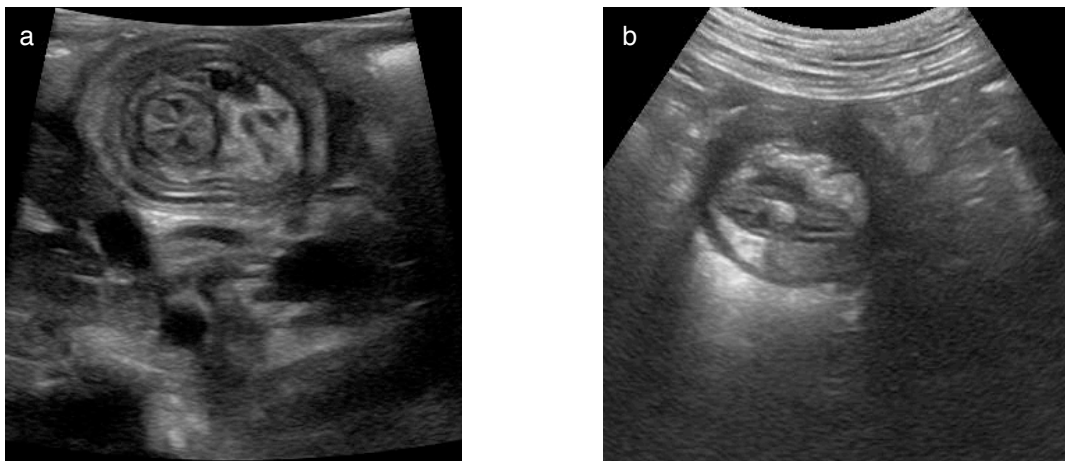


Figura nº 26. (a) Invaginación intestinal. Imagen de múltiples capas concéntricas. La membrana peritoneal se observa próxima al asa intususceptum observándose la vena mesentérica dilatada. (b) Invaginación intestinal cecocólica.

En las invaginaciones, normalmente se aprecia el asa intestinal más externa (*intususciens*) edematizada y, el centro de la lesión, la grasa mesentérica que arrastra en su trayecto el asa invaginada (*intususceptum*) presenta un patrón ecogénico (Watson y col., 1991; Rallis y col., 2007; Patsikas y col., 2003). Las invaginaciones que afectan al ciego (cecocólica) no se acompañan de una imagen de íleo obstructivo al no producir una interrupción en el tránsito digestivo (Fominaya y Rodríguez Quirós, 2006).

Justificación

5. Justificación

El desarrollo de un protocolo de evaluación ecográfica digestiva conlleva definir unas zonas anatómicas de control en las que se medirá el grosor de la pared digestiva. La importancia de establecer estos puntos de control permitirá un adecuado estudio de la pared digestiva y sus posibles patologías. Diferentes estudios han establecido por ecografía el grosor normal de varias partes del tubo digestivo, pero son escasos los autores que refieren el grosor de las diferentes porciones del estómago y duodeno (Agut y col., 1996; Penninck y col., 1989; Delaney y col., 2003). No se han encontrado estudios específicos de evaluación ecográfica del estómago y duodeno diferenciado por razas caninas.

Las ventajas principales de la ecografía con respecto a otras técnicas de imagen son su rapidez en la obtención de resultados, la posibilidad de realización de estudios dinámicos y la ausencia de efectos secundarios (Nyland y Mattoon, 2002). Al tratarse de un método de exploración en tiempo real permite al examinador observar el comportamiento de los diferentes componentes anatómicos del aparato digestivo durante el movimiento normal de los mismos.

Las principales desventajas de la ecografía son la variabilidad de los resultados en función del equipo y la dependencia del operador. Esta última se basa en la relación directa de los resultados obtenidos con los conocimientos técnicos previos del operador (Penninck y d'Anjou, 2015).

La elección para este estudio de la raza Bulldog Francés debe ser observada desde dos vertientes. Una social, debido a la amplia aceptación que ha tenido esta raza en los últimos años y que hace que sea una de las que mayor crecimiento ha tenido dentro del censo canino, no solo en España (Real Sociedad Canina Española RCI), sino también en Europa (Federación Canina Internacional, FCI). Y la otra, es la vertiente clínica, por la presentación en esta raza de un gran número de patologías gastrointestinales, que en los últimos años se diagnostican con mayor frecuencia

(García Sancho y col., 2011). Por tanto, los parámetros ecográficos, mediciones y conclusiones a los que este estudio pueda llegar serán de gran utilidad para establecer medidas y rangos de normalidad en perros sanos de la raza Bulldog Francés, y de gran importancia para establecer diferencias con patologías digestivas de esta raza.

Por estos motivos creemos justificada la realización de este estudio, dada su más que posible aplicación práctica en la medicina veterinaria de pequeños animales. Este trabajo intentará valorar el uso de la ecografía como técnica diagnóstica para su empleo en la valoración del estómago y duodeno en los perros de la raza Bulldog Francés.

Objetivos del estudio

6. Objetivos del estudio

En base a los argumentos ya expuestos en la introducción de este trabajo, los objetivos fundamentales del mismo son:

Realizar un protocolo de exploración ecográfica de las regiones del estómago (fundus gástrico, cuerpo gástrico y antro pilórico), píloro, duodeno proximal y duodeno descendente, que permita un estudio completo, protocolizado y objetivo. Así como la obtención de unas imágenes adecuadas para su estandarización en perros sanos de raza Bulldog Francés.

Para la consecución de este objetivo fundamental, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Establecer un protocolo sistemático de examen ecográfico para la evaluación correcta del estómago, píloro y duodeno proximal y descendente en perros de raza Bulldog Francés.
2. Establecer rangos estándar de la medida del grosor de la pared del fundus gástrico, cuerpo gástrico, antro pilórico, píloro, duodeno proximal y descendente en perros sanos de raza Bulldog Francés.
3. Valorar la posible influencia de las variables sexo, edad y peso en el grosor de la pared de las diferentes regiones del estómago y duodeno proximal y descendente.
4. Valorar la variación del grosor de la pared del estómago, duodeno proximal y descendente en fase de ayuno y postprandial.

Material y método

7. Material y método

7.1. Material

7.1.1. Animales utilizados en el estudio

Para la realización del presente trabajo se han utilizado un total de 93 perros. Los criterios de selección para su inclusión en el grupo de estudio fueron los siguientes:

- Perros de raza Bulldog Francés de ambos sexos.
- Edad superior a los 2 meses.

Se consideraron criterios de exclusión del presente estudio los perros de raza Bulldog Francés que cumplieran alguna de las reseñas siguientes:

- Perros con trastornos gastrointestinales o tratamientos de enfermedades digestivas.
- Perros con antecedentes de enfermedad hepática.
- Perros con antecedentes de enfermedad pancreática.
- Perros con algún tratamiento médico en los tres meses anteriores al examen ecográfico.
- Perros diagnosticados de enfermedad crónica.
- Perros convalecientes de cualquier procedimiento quirúrgico en los tres meses anteriores al examen ecográfico.
- Perros lactantes.

Todos los estudios se realizaron como parte de un estudio ecográfico abdominal completo que fue informado al propietario y que contaba con su autorización expresa.

En la tabla nº 4 se reflejan todos los perros Bulldog Francés incluidos en este estudio, detallando sus variables analizadas (edad, sexo y peso).

nº	Edad (meses)	Sexo	Peso (Kg)	nº	Edad (meses)	Sexo	Peso (Kg)	nº	Edad (meses)	Sexo	Peso (Kg)	nº	Edad (meses)	Sexo	Peso (Kg)
1.	2	M	3,6	25.	24	H	11,1	49.	48	H	10	73.	72	H	12,3
2.	5	H	4,2	26.	24	H	12,4	50.	48	H	10,8	74.	72	H	13
3.	5	M	4,3	27.	24	H	12	51.	48	M	11,9	75.	84	H	9,8
4.	6	M	9,3	28.	24	H	10	52.	48	M	13,2	76.	84	M	13,2
5.	7	H	7	29.	24	M	10,8	53.	48	H	9	77.	84	H	12,1
6.	7	H	7,8	30.	24	H	11,1	54.	48	M	11,9	78.	84	H	13,2
7.	7	H	9,4	31.	36	H	12,2	55.	48	M	11,9	79.	84	H	12,3
8.	8	H	7,2	32.	36	H	11,1	56.	48	H	8,9	80.	96	M	11,8
9.	8	H	7,2	33.	36	M	10,4	57.	48	M	14	81.	96	H	11,3
10.	11	M	9,5	34.	36	H	11,5	58.	60	H	11,7	82.	96	H	12,2
11.	12	M	7,2	35.	36	M	11,2	59.	60	H	12	83.	96	H	11,3
12.	12	H	9,8	36.	36	M	9,9	60.	60	H	6,2	84.	108	M	12,5
13.	12	H	7,1	37.	36	H	10,9	61.	60	M	11,3	85.	108	M	13
14.	12	M	9,2	38.	36	H	11,5	62.	60	M	15	86.	108	M	13,1
15.	12	M	10,8	39.	36	H	11,2	63.	60	H	13,5	87.	108	M	13,5
16.	14	M	12,6	40.	36	M	10,7	64.	60	M	14,1	88.	108	H	13
17.	14	H	10,2	41.	36	H	11,9	65.	60	M	13,1	89.	132	M	12,5
18.	24	M	12,6	42.	36	H	12,2	66.	72	H	12,8	90.	132	M	12,8
19.	24	M	12,4	43.	36	M	11,5	67.	72	M	14,3	91.	132	H	11,7
20.	24	H	11	44.	36	H	11,9	68.	72	H	14,5	92.	132	M	13,4
21.	24	H	11,5	45.	36	H	10,8	69.	72	H	9,8	93.	144	H	11,9
22.	24	M	14,5	46.	36	H	10,3	70.	72	M	11,4				
23.	24	M	11,4	47.	48	M	13	71.	72	H	11,5				
24.	24	H	11,1	48.	48	M	14,2	72.	72	H	11,1				

Tabla nº 4. Animales incluidos en el estudio en periodo de ayuno. (nº) número de paciente. Sexo: (M) macho, (H) hembra.

También se reflejan todos los perros Bulldog Francés incluidos en el grupo anterior que también fueron incluidos en el estudio cuantitativo en fase postprandial (tabla nº 5), detallando sus variables analizadas (edad, sexo y peso).

nº	Edad (meses)	Sexo	Peso (kg)	nº	Edad (meses)	Sexo	Peso (kg)	nº	Edad (meses)	Sexo	Peso (kg)	nº	Edad (meses)	Sexo	Peso (kg)
6.	7	H	7,8	22.	24	M	14,5	59.	60	H	12	68.	72	H	14,5
7.	7	H	9,4	29.	24	M	12,5	60.	60	H	6,2	72.	72	H	11,1
8.	8	H	7,2	34.	36	H	11,5	62.	60	M	15	81.	96	H	11,3
20.	24	H	11	46.	36	H	10,3	67.	72	M	14,3	88.	108	H	13

Tabla nº 5. Animales incluidos en el estudio en periodo postprandial. (nº) número de paciente. Edad reflejada en meses. Sexo (M) macho, (H) hembra.

7.1.2. Variables estudiadas

En el presente estudio se analizaron diferentes variables que, teóricamente, podrían influir en las medidas obtenidas durante las exploraciones ecográficas. Esa idea se basa en la posible influencia de la edad, sexo y peso en el tamaño de los animales. Considerando que estas variables influyen en el tamaño del animal, podría ocurrir que, de la misma manera, influyesen en el tamaño de las diferentes porciones de estómago e intestino medidas.

De estas tres variables, una es binomial o categórica (sexo) y dos son continuas (edad y peso). Sin embargo, y para facilitar el análisis de los resultados, se procedió a clasificar los animales en diferentes grupos, en función del peso y la edad. Esto permitió analizar estas dos variables de manera categórica. Aun así, también se realizó un análisis de estas variables continuas sin realizar ningún agrupamiento.

Los criterios de agrupamiento de las variables se realizaron siguiendo las guías de nutrición canina (Pibot y col., 2008) obteniendo 4 grupos de individuos en

función de su edad. 15 pacientes de edad igual o menor a 12 meses (8 hembras / 7 machos); de 13 a 24 meses, 15 individuos (9H / 6M); el grupo de 25 a 95 meses con 49 perros (30H / 19M) y aquellos de más de 96 meses 14 individuos (6H / 8M).

Los criterios de peso establecidos se obtuvieron a partir de los estándares de raza publicados por la Federación Cinológica Internacional (AISBL) que en la descripción del estándar racial para la raza Bulldog Francés (FCI 2011) lo clasifica en el Grupo 9 (Perros de compañía y juego) Sección 11 (pequeños molosoides). Establece un peso aceptable para los machos de esta raza el comprendido entre los 9 y 14 kg y para hembras de 8 a 13 kg permitiéndose una variación en su peso de forma subjetiva de 1 kg.

Se establecieron, de acuerdo a estos criterios, un grupo de perros de peso inmaduro con los individuos desde los 3,6 kg (perro de menor peso y edad superior a 2 meses) hasta los 7,5 kg (que incluyó a un total de 9 perros), un segundo grupo de perros maduros con peso estándar y tendencia a delgadez comprendido entre los 7,600 y 11,250 kg (30 individuos) y, por último un grupo de perros con peso estándar y tendencia sobrepeso con pesos superiores a los 11,250 kg y hasta un peso máximo de 15 kg (con 54 individuos incluidos en él).

7.1.3. Equipamiento

7.1.3.1. Ecógrafos y transductores

Para las exploraciones ecográficas realizadas en este estudio se utilizaron dos equipos diferentes:

- Philips HD11 XE (Royal Philips Electronics. Amstelplein 2. Breitner Center. P.O. Box 77900. 1070 MX Amsterdam. Holanda).
- Z. ONE ultra Convertible Ultrasound System. Zonare (ZONARE Medical Systems; 1061 Terra Bella Avenue, Mountain View; California. EE.UU.).

Ambos equipos son considerados equipos de gama alta, utilizando sistema de Imagen Armónica Tisular (THI) que aumenta la calidad de las imágenes obtenidas y minimiza la formación de artefactos.

Los animales fueron explorados en el Servicio de Diagnóstico por Imagen del Hospital Clínico Veterinario Complutense de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid, en el Hospital Veterinario Los Madrazo (Madrid) y en diferentes clínicas veterinarias de la Comunidad de Madrid.

Los transductores utilizados en el estudio y con el que se realizaron todas las exploraciones fueron:

1. Ecógrafo Philips HD11:
 - Linear Array L12 - 3
 - Curved Array C8 - 5

2. Ecógrafo Z.one Zonare:
 - Linear Array 14 - 5w
 - Curved Array C9 - 3

Las imágenes se obtuvieron en todos los pacientes en la máxima resolución que permitieron los equipos, utilizando alta resolución con imágenes de armónicos compuestos:

1. Curved Array C9 - 3: CH8 MHz (Armónico Compuesto 8 Mhz).
2. Linear Array 14 - 5w: CH12 MHz (Armónica Compuesto 12 MHz).

7.1.3.2. Almacenamiento de imágenes y recogida de datos. Softwares

Ambos equipos permiten el almacenamiento digital de imágenes y vídeos para su posterior post-procesado y estudio. Las imágenes fueron exportadas a memoria externa en formato *.avi* y *.jpg* en alta resolución.

Todos los pacientes siguieron un mismo protocolo de exploración y los datos obtenidos fueron reflejados en una ficha individual (figura nº 27).

Para el análisis estadístico de los datos ha sido necesaria la utilización del programa informático Sigmaplot® (Systat Software Inc. Versión 12.0). Se utilizó la versión de prueba, que puede descargarse desde el sitio: <http://www.sigmaplot.com/downloads/trial/sigmaplot-trial.php>

ESTUDIO ECOGRÁFICO DEL ESTÓMAGO Y DUODENO PROXIMAL DEL Bulldog Francés						
DATOS DEL PACIENTE. Nombre: _____ N° Historia: _____ Edad: _____ Sexo: _____ Peso: (Kg) _____ Centro Veterinario Referencia: _____ Causa de la visita: _____						
CONDICIONES EXPLORACIÓN: Ayuno: 8 - 10 - 12 h - Postprandial						
Fundus	Cuerpo	Antro	Píloro	Muscular píloro	Duodeno proximal	Duodeno desc.
Todas las medidas en milímetros						

Figura nº 27. Ficha de registro de pacientes utilizada para la identificación y almacenamiento de las medidas de las diferentes regiones exploradas ecográficamente en este estudio.

Los estudios estadísticos del presente trabajo fueron realizados bajo la supervisión de los Servicios Estadísticos de Ayuda a la Investigación de la Universidad Complutense de Madrid.

7.1.3.3. Otros materiales y fungibles

El resto del equipamiento utilizado para la realización de este estudio es común al protocolo establecido para la realización de cualquier estudio ecográfico:

- Rasuradora Oster® (904 Red Rd. Mcminnville, tenesse 37110. EE.UU) y cuchilla quirúrgica (nº 40) para eliminar el pelo de la superficie a explorar.
- Alcohol 96º (Laboratorios Montplet, S.A. Perelló, 08005 Barcelona, España)
- Gel Ecográfico (Kendall Meditec. Tyco Healthcare Covidlen, 15 Hampshire Street Mansfield, Massachusetts, EEUU).
- Todos los pacientes se posicionaron utilizando una superficie acolchada para su mejor posicionamiento y confort. No fue necesario utilizar otro tipo de material.

7.2. Método

7.2.1. Preparación del paciente

7.2.1.1. Condiciones previas

Los pacientes fueron explorados tras un periodo de ayuno previo, estableciendo un periodo mínimo de 8 a 12 horas de ayuno de sólidos y 2 horas de líquidos, periodo suficiente para obtener un vaciado gástrico adecuado (Pibot y col., 2008) que no interfiera con el estudio ecográfico.

Se incluyen en el estudio 16 pacientes en los que se realiza el examen en fase postprandial, tras su primera exploración en fase de ayuno. Se proporcionó una alimentación estándar en forma de estrusionado (10 gr/kg peso. Royal Canin Breed, Bulldog 24, Adult. Madrid. España) repitiendo la exploración a los 60 minutos de la ingesta. Existe, por tanto, un grupo en el que se pretenden estudiar las variaciones observadas en los diferentes puntos de medición, comparando los resultados obtenidos en fase de ayuno y postprandial.

7.2.1.2. Rasurado

A los pacientes se les rasuró con el fin de eliminar la totalidad del pelo de la superficie por la que se deslizará el transductor. Posteriormente se limpió la piel con alcohol 96°.

El rasurado comprendió el abdomen ventral desde la región del pubis hasta el arco costal, a ambos lados de la línea media extendiéndose hasta el aspecto más lateral. Incluyó los tres últimos espacios intercostales del flanco derecho, hasta aproximarse a 5 centímetros del cuerpo vertebral.

El objetivo de este procedimiento es favorecer el contacto entre el medio de transmisión del ultrasonido (gel ecográfico), la superficie del transductor y la piel del

paciente, eliminando las pequeñas partículas de gas que pudiesen quedar atrapadas entre el pelo del paciente y que afectarán de forma directa a la calidad de las imágenes obtenidas. El lavado y limpieza posteriores minimizará los artefactos y el ruido debidos a las impurezas, pequeñas partículas de suciedad o exceso de grasa en la piel.

7.2.1.3. Sujeción y posicionamiento

Todos los pacientes se exploraron sin necesidad de sedación. Se utilizó una mesa en cuña y un colchón para aumentar su confort durante el procedimiento (figura nº 28). Dos ayudantes realizaron la sujeción del paciente, posicionado en decúbito dorsal, un asistente sujetó las dos extremidades posteriores en semiflexión y el otro ayudante, en la mayoría de los casos el propietario del paciente, se situaba en el borde anterior de la mesa y sujetaba las dos extremidades anteriores a nivel de los carpos. Esta posición permitió colocar la cabeza del paciente entre sus antebrazos, aumentando así la sujeción, estabilización y confort del perro.



Figura nº 28. Preparación y posicionamiento del paciente en mesa de exploración para la realización del estudio ecográfico estándar a través de un abordaje abdominal ventral.

Cuando se requería la exploración en decúbito lateral izquierdo, el paciente se recostaba sobre su flanco izquierdo y el propietario inmovilizó su extremidad izquierda sujetando el carpo posicionándolo por encima de la línea del codo derecho. Durante la exploración el propietario acariciaba la cabeza de su perro con

la otra mano, tranquilizándolo e impidiendo a su vez que levantase la cabeza y pudiese incorporarse.

7.2.2. Protocolo de exploración

El protocolo de exploración comenzó con el paciente en decúbito dorsal, explorando el estómago en su eje corto. Para ello se posicionó el transductor, en un corte sagital, paralelo a la columna vertebral (el aspecto craneal del paciente se situó en la parte izquierda de la pantalla), sobre la línea alba (figura nº 29). El transductor se desplazó hasta contactar con el límite caudal del apéndice xiphoide donde se identificaba la cara visceral de la silueta hepática. Desplazando el transductor en sentido caudal, se reconoció un corte transversal del cuerpo del estómago que en condiciones óptimas muestra toda la silueta de su perímetro transversal.

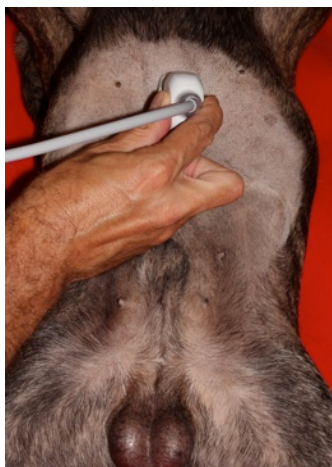


Figura nº 29. Protocolo de exploración ecográfica de la región del cuerpo del estómago. Corte sagital. El transductor se sitúa sobre la línea alba con una angulación en sentido craneodorsal.

Realizando seguidamente una angulación moderada en sentido cráneo dorsal y haciendo una presión progresiva con el transductor, intentando acortar la distancia entre curvatura menor y mayor del estómago, se exploró la región cardial, esófago abdominal (*Esophagus pars abdominalis*) e hiato aórtico y esofágico (*hiatus aorticus, hiatus esophageus*). Este último situado ventralmente respecto al hiato aórtico.

Manteniendo un corte sagital respecto al eje corporal, para explorar el fundus gástrico, se desplazó el transductor hacia la izquierda, situándolo en el aspecto caudal de la silueta de la última costilla. Se debe realizar una angulación máxima del transductor en sentido craneal al tiempo que este se rota 90° en sentido contrario a las agujas del reloj deprimiendo la superficie ventral del abdomen, consiguiendo alcanzar la porción más dorsal del fundus del estómago (figura nº 30). En esta posición la pared del fundus gástrico se exploró con más facilidad al presentar escasa cantidad de gas que interfiriese con los ultrasonidos.



Figura nº 30. Protocolo de exploración ecográfica de la región del fundus gástrico. Fundus del estómago: corte sagital, la posición del transductor ha rotado 90° en sentido antihorario. Obsérvese la angulación y presión realizada con el transductor para abordar la porción más dorsal de esta región.

Posteriormente, el transductor se desplazó a la derecha de la línea alba y manteniéndolo en un corte sagital, respecto al eje corporal, se exploró la porción pilórica, compuesta por el antro y canal pilórico (Agut y col., 1996; Choi y col., 2002). Deslizando el transductor unos centímetros hacia la derecha, observando el canal pilórico, y realizando una presión progresiva con el transductor en sentido cráneo dorsal se alcanzó el esfínter pilórico.

El esfínter pilórico, así como la porción proximal del duodeno, anterior a su curvatura craneal, se exploraron en un corte sagital (obteniéndose sonogramas que

representan un corte transversal de estas estructuras). Por tanto, el transductor debe de ser manipulado correctamente, corrigiendo con pequeñas angulaciones de este los cambios que se producen de forma fisiológica en el recorrido de esta porción, lo que permitió mantener un corte transversal en todo momento (figura nº 31). La presencia de gas determinó la evaluación de esta región a través de esta ventana acústica, aunque, en perros de raza Bulldog Francés se observó que esta aproximación fue la más adecuada debido a su posición más caudal respecto a la línea diafragmática y su mayor facilidad para ser manipulado.

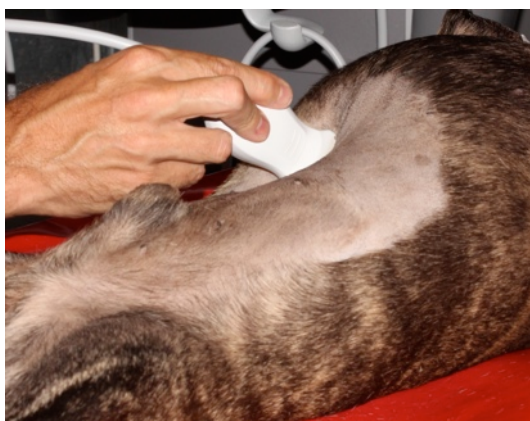


Figura nº 31. Protocolo de exploración ecográfica de la región de la región del píloro y duodeno proximal. Corte transversal. Desplazamiento del transductor hacia el aspecto lateral derecho del abdomen craneal, realizando una presión firme con el transductor.

La exploración de la curvatura craneal del duodeno se completó rotando el transductor en sentido contrario a las agujas del reloj (figura nº 32) para obtener un corte transversal de la primera porción del duodeno descendente (que coincide con un corte transversal respecto al eje del paciente).

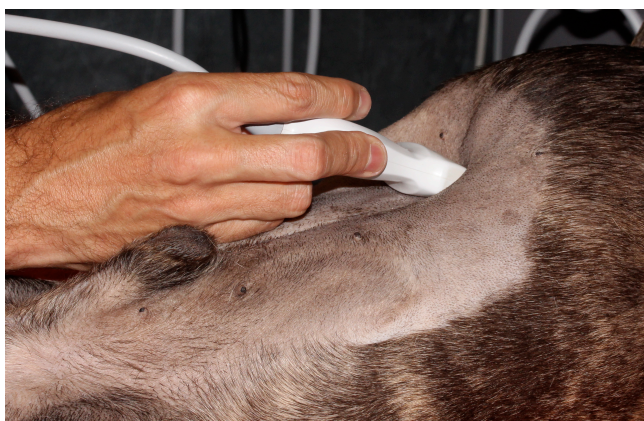


Figura nº 32. Protocolo de exploración ecográfica de la región del duodeno proximal y duodeno descendente. Corte sagital del píloro y curvatura craneal del duodeno, desplazando el transductor caudalmente se hará un recorrido en corte transversal del duodeno descendente.

Al realizar con el transductor un corte transversal del paciente se realizó un corte similar del duodeno descendente. Este segmento de intestino pudo ser continuado más fácilmente en toda su longitud en un corte transversal desplazando la sonda en sentido caudal. El duodeno descendente se sitúa de forma constante en la porción más lateral del abdomen derecho, ventral al riñón derecho (*Ren, fascies ventralis*), siendo característicamente el segmento intestinal situado más lateral, describiendo un recorrido más rectilíneo en su proyección caudal.

Seguidamente se continuó el duodeno descendente en sentido craneal reconociendo la curvatura craneal y porción más proximal del duodeno hasta su unión con el píloro. Esta maniobra requirió una angulación craneal del transductor al mismo tiempo que se realizaba una presión moderada sobre la superficie ventral del animal.

Una vez finalizada la exploración en un eje corto de toda la extensión del estómago y duodeno se realizó el estudio en su eje longitudinal. Situando el transductor en el aspecto caudal del apéndice Xiphoides y rotando 90° respecto al eje longitudinal se obtiene un corte transversal del paciente, que coincide con un corte en eje largo del cuerpo del estómago y del canal pilórico. La exploración debe completarse realizando un desplazamiento en sentido cráneocaudal para realizar un barrido completo de todo el contorno de la víscera. Posteriormente se desplazó la sonda hacia el abdomen lateral izquierdo, girando el transductor entre 60 - 70° para visualizar correctamente el fundus gástrico. El canal pilórico, píloro y duodeno proximal raramente se encuentran alineados en un mismo plano, siendo complicado obtener un corte longitudinal de todo el recorrido. El duodeno descendente pudo ser examinado en un corte longitudinal fácilmente, desplazando el transductor lateralmente al mismo tiempo que se giró hasta una posición paralela a la pared abdominal derecha (figura nº 33), reconociéndose generalmente el mayor espesor de la pared del duodeno respecto a otros segmentos del intestino delgado.



Figura nº 33. Protocolo de exploración ecográfica de la región del duodeno descendente. Corte sagital del duodeno. La sonda se debe posicionar en un corte sagital desplazando el transductor hacia el aspecto más lateral del abdomen derecho.

Se finalizó realizando un abordaje desde el abdomen lateral del píloro, duodeno proximal, curvatura craneal del duodeno y duodeno descendente (Burk y Feeney, 2003; Brinkman y col., 2007; Penninck y d'Anjou, 2015). El paciente se posicionó en decúbito lateral izquierdo y el transductor se situó entre los dos últimos espacios intercostales derechos (figura nº 34). Se obtuvieron cortes transversales visualizándose en un corte longitudinal la transición del píloro y duodeno proximal. La exploración a través de este abordaje en razas braquicéfalas presenta menos ventajas, al posicionarse el píloro y curvatura craneal del duodeno en una posición más abdominal (desplazado caudalmente respecto a otras razas longilíneas).



Figura nº 34. Protocolo de exploración ecográfica de la región del píloro, duodeno proximal y descendente en una aproximación lateral. (a) Aproximación a través de una ventana intercostal derecha para la evaluación del píloro y duodeno proximal, desplazando el transductor caudalmente (b) se identificará el duodeno descendente pudiendo continuarlo en su recorrido caudalmente.

La visualización de la vena pancreatoduodenal y su inserción en el tronco portal es más satisfactoria desde este abordaje.

7.2.3. Establecimiento de los puntos de medición

Los modelos de examen ecográfico consultados establecen las diferentes partes en las que se divide la exploración ecográfica de la región del estómago y duodeno. Ello permite definir las zonas concretas donde pueden ser realizadas las medidas del grosor de la pared.

En el presente estudio se seleccionaron seis puntos de medición, que se observaron reproducibles de una forma fiable y objetiva. La posición de la sonda y su orientación fue establecida para minimizar las variaciones debidas al observador. Todas las medidas se realizaron en fase de relajación de movimientos peristálticos.

Aunque un estudio (Agut y col., 1996) concluyó que no existía una variación significativa cuando se realizaban, bajo control ecográfico, las mediciones del grosor de la pared digestiva en la curvatura mayor o menor del estómago o en el borde mesoduodenal o antimesoduodenal del duodeno, cuando eran comparados en un mismo individuo, en nuestro trabajo se realizaron todas las medidas en la curvatura mayor del estómago y en el aspecto antimesentérico del duodeno, siendo también eliminada esta posible alteración en la obtención de los datos. Debe señalarse también que las mediciones realizadas en la curvatura mayor del estómago presentan una mejor definición de sus capas, ya que este aspecto se muestra más próximo al transductor presentando así una mayor resolución. Además, las manipulaciones realizadas con el transductor y las correcciones en la incidencia del haz de ultrasonidos son más fáciles de corregir en el aspecto caudal del estómago al ser menor la resistencia que produzca el paciente en el abdomen medio craneal.

Las medidas realizadas en el duodeno descendente pueden ser realizadas en un corte sagital y/o transversal. Algunos autores señalan la conveniencia de realizarlas en un corte transversal (Penninck y col., 1989; Homco, 1996) observando en todo momento la perpendicularidad de la sonda con el eje del asa. Otros autores, para evitar los errores derivados de cortes más oblicuos del intestino recomiendan

realizar el corte sagital del duodeno descendente para realizar la medición de su pared (Delaney y col., 2003. Díez Bru y García Real, 2004).

En el presente estudio se obtuvieron las imágenes del duodeno descendente en un corte transversal observando en todo momento la perpendicularidad de la sonda y haz incidente respecto al eje longitudinal del asa intestinal.

La pared del **fundus gástrico** se midió en una sección transversal (figura nº 35), en el aspecto ventro-caudal de la curvatura mayor del estómago. Posicionando el transductor en el abdomen craneal, lateralmente y a la izquierda de la línea media, inclinando el transductor en sentido craneodorsal, aproximadamente entre 30 a 60° respecto a la columna vertebral. La medida se realizó entre los pliegues gástricos. Los marcadores fueron posicionados entre la línea ecogénica más interna que corresponde con la interfase mucosa / contenido y la interfase ecogénica más externa que corresponde a la capa serosa.

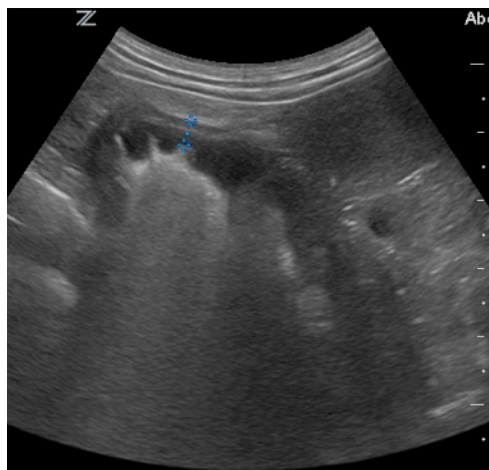


Figura nº 35. Puntos de medición establecidos en el protocolo del examen ecográfico para valorar el grosor del fundus gástrico. Obsérvese como se posicionan los marcadores entre dos pliegues gástricos.

El **cuerpo del estómago** se midió en una sección en eje corto del estómago (figura nº 36), en el aspecto ventro-caudal de la curvatura mayor del estómago. Posicionando el transductor sobre la línea media del abdomen craneal, a 1-2 centímetros del margen posterior al apéndice xifoideo, con una angulación en sentido craneodorsal del transductor de aproximadamente 45°. La medida se realizó

entre los pliegues gástricos (*Sulci gastrici*). Los marcadores se posicionaron comprendiendo la línea ecogénica interna que corresponde con la interfase mucosa / contenido y la línea ecogénica más externa que corresponde a la capa serosa.

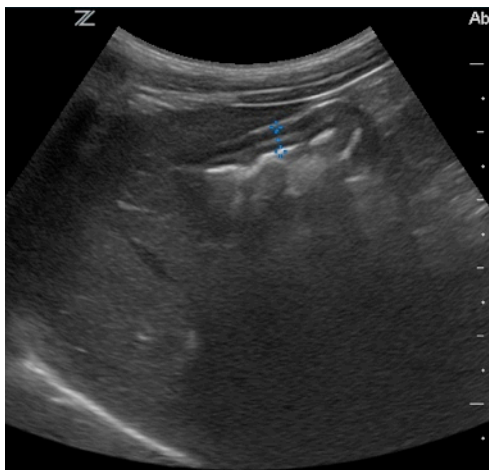


Figura nº 36. Puntos de medición establecidos en el protocolo del examen ecográfico para valorar el grosor de la pared del cuerpo del estómago.

El **canal pilórico** se estandarizó en una sección en eje corto del estómago (figura nº 37), en el aspecto ventrocaudal de la curvatura mayor del estómago, posicionando el transductor a la derecha de la línea media del abdomen craneal, la angulación en este punto fue menor, de aproximadamente 30° en sentido craneo dorsal. Los cursores fueron posicionados entre la interfase ecogénica interna que corresponde con el límite de la mucosa / contenido y la línea ecogénica externa que corresponde a la capa serosa.

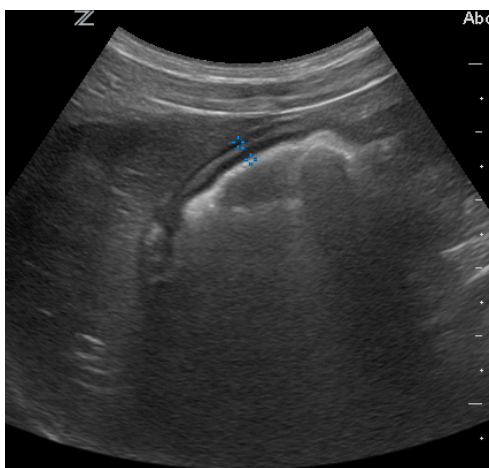


Figura nº 37. Puntos de medición establecidos en el protocolo del examen ecográfico para valorar el grosor de la pared del canal pilórico.

El **píloro** se midió en un eje corto del estómago, donde se muestra con una sección más circular (figura nº 38). El transductor se desplazó en sentido lateral derecho desde el punto de medición anterior, con la misma angulación y realizando una presión progresiva con la sonda cuando la presencia de gas podría interferir en la correcta visualización de esta zona. El punto de medición fue aquel donde la capa muscular se definiera más nítidamente como un anillo hipoecoico consistente que rodease todo su perímetro. Los cursores fueron posicionados comprendiendo la línea ecogénica interna que corresponde con la interfase mucosa / contenido y la interfase ecogénica externa que corresponde con la capa serosa.

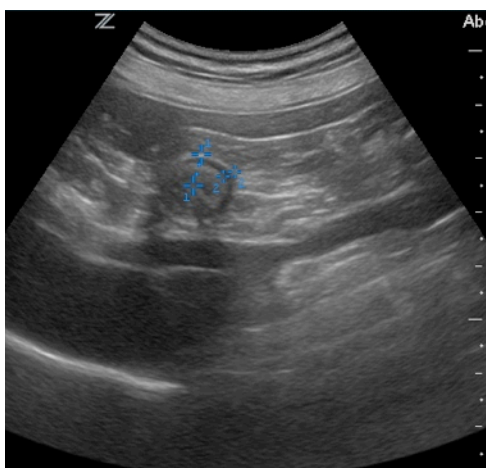


Figura nº 38. Puntos de medición establecidos en el protocolo del examen ecográfico para valorar el grosor de la pared del píloro y de su anillo muscular.

El grosor de la **capa muscular del píloro** se estableció en el mismo corte y en el mismo punto donde se midió el grosor de la pared del píloro (figura nº 38). Los cursores se posicionaron entre la interfase ecogénica intermedia que corresponde con la submucosa y la línea ecogénica más externa que corresponde con la capa serosa.

El **duodeno proximal** fue estudiado y medido en un eje corto, aproximadamente a 5 mm de la visualización del píloro, anterior a la curvatura craneal y la papila duodenal (figura nº 39). Los cursores fueron posicionados entre la línea ecogénica interna que corresponde con la interfase mucosa / contenido y la interfase ecogénica externa que corresponde a la capa serosa.

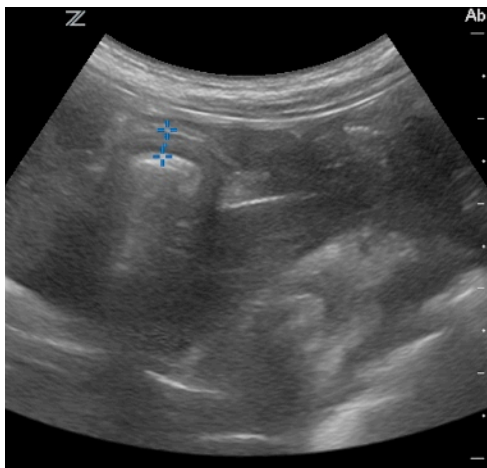


Figura nº 39. Puntos de medición establecidos en el protocolo del examen ecográfico para valorar el grosor de la pared del duodeno proximal.

El **duodeno descendente** fue medido en una sección transversal, caudalmente a la curvatura craneal del duodeno, aproximadamente a 10 mm de esta (figura nº 40). Los marcadores fueron posicionados entre la línea ecogénica más interna que corresponde con la interfase mucosa / contenido y la interfase ecogénica más externa que corresponde a la capa serosa.

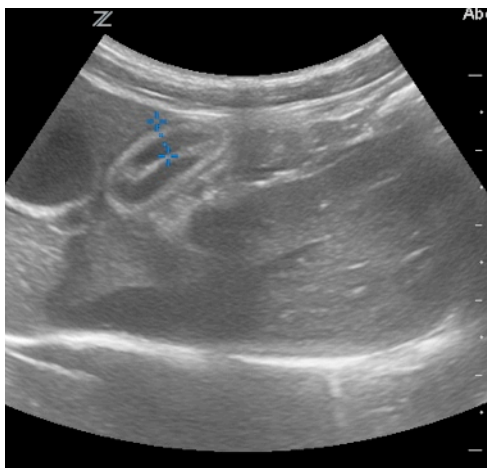


Figura nº 40. Puntos de medición establecidos en el protocolo del examen ecográfico para valorar el grosor de la pared del duodeno descendente.

El estudio realizado en fase postprandial realizó las mediciones en los mismos puntos y con los mismos abordajes que los descritos en la fase de ayuno. Las medidas se obtuvieron siempre en la fase de relajación de la pared digestiva. La presencia de contenido en la luz digestiva en esta fase permite una mejor definición de la interfase contenido mucosa.

7.2.4. Recogida de datos

Cada paciente fue identificado de acuerdo a los datos obtenidos de edad, sexo, peso y nombre familiar, figurando en cada imagen la fecha y hora de exploración. Se indicó, al mismo tiempo, aquellas exploraciones realizadas en fase postprandial para su diferenciación del examen realizado en periodo de ayuno.

Las medidas obtenidas de cada paciente se realizaron y almacenaron en el mismo orden que el descrito en el apartado anterior y todos los datos cuantitativos obtenidos de las mediciones realizadas se reflejaron en cada una de las imágenes guardadas de cada paciente. Las medidas se expresaron en centímetros. Cada exploración generó una carpeta digital de almacenamiento independiente que a su vez fue ordenada de acuerdo a la raza, edad, sexo, nombre, fecha de exploración y hora en que fue finalizada la exploración del paciente. Todos los datos fueron trasladados a una ficha individual para su almacenamiento para poder generar la tabla definitiva (tabla nº 6).

7.2.5. Análisis estadístico de los datos

Tras la obtención de los resultados, se procedió al análisis estadístico de los mismos, con el objetivo de valorar la posible influencia de las variables elegidas sobre los valores de grosor medidos.

En todos los casos la herramienta utilizada para el análisis estadístico fue el programa informático Sigmaplot®, con el que se realizaron diferentes análisis en función de la variable analizada.

Para las variables binomiales o discretas, como el sexo, se realizó una comparación entre ambos grupos (machos/hembras) en cada punto de medición, con el objetivo de valorar la posible significación estadística de la diferencia en los resultados de ambos grupos. Lo mismo se realizó para el grupo ayuno/postprandial.

En el caso de las variables continuas o numéricas, la edad y el peso, el enfoque utilizado fue doble. En primer lugar se agruparon los individuos según su peso o edad siguiendo el criterio clasificatorio sugerido en la bibliografía (Pibot y col., 2008). Una vez realizados los grupos, se compararon entre sí en cada punto de medición, como si se tratase de variables discretas, buscando diferencias entre los grupos. En segundo lugar, se realizó un análisis de correlación, sin agrupar los individuos. Este segundo método analiza la posible correlación entre los resultados obtenidos y las variables medidas, valorando la fuerza de esta relación y el sentido de la misma, pudiendo ser directa o inversa (Spiegel y col., 2007). Este método de análisis se llevó a cabo para intentar eliminar el posible error estadístico presente debido a la agrupación de los datos.

Resultados

8. Resultados

8.1. Imagen ecográfica del estómago y duodeno del Bulldog Francés

La imagen ecográfica del estómago y duodeno proximal y descendente de los perros de raza Bulldog Francés es similar a la descrita aunque presenta unas particularidades que se detallarán en los siguientes puntos.

La estructura ecográfica de la pared del tubo digestivo es característica y se mantiene constante. En todos los perros explorados en este estudio, se observó una fina línea ecogénica más externa (serosa), seguida de una capa hipoecoica (muscular) en íntimo contacto con una interfase ecogénica más consistente (que corresponde con la submucosa). Esta separa la capa muscular de otra capa hipoecoica más interna (mucosa) que contacta en la luz digestiva con la interfase, la cual limita con el contenido digestivo que se representa con otra fase ecogénica. Las características de la estratificación en capas no difieren de las descritas de forma general.

La estratificación característica en capas presentó algunas particularidades en este estudio, entre ellas destacan:

- En el estómago, la capa muscular y la serosa se mantienen en la periferia de la silueta gástrica, sin introducirse en los pliegues gástricos (figura nº 35).
- La capa mucosa del estómago es más delgada que en el intestino delgado y mantiene un grosor más parecido al de la capa muscular (figura nº 36).
- El fundus del estómago presenta los pliegues gástricos más prominentes. En esta región y en el cuerpo del estómago las capas mejor definidas son la capa

muscular y submucosa. Los pliegues gástricos, cuando se exploran en el paciente en ayuno, presentan una peor definición y su estratificación (mucosa y submucosa) se presentan más pobremente definidas (figura nº 35).

- El cardias, aunque no se logró visualizar en todos los pacientes, se identificó con un engrosamiento anular de la capa mucosa.

- El antro pilórico se caracterizó por su contorno más liso y con sus pliegues gástricos menos pronunciados. El perímetro gástrico anteroposterior también se evidencia de menor tamaño y en disminución progresiva según avanza hacia el píloro. Se encuentra, con frecuencia, deformado en su aspecto caudal por el recorrido del colon transversal.

- El píloro se identifica como un esfínter que presenta un engrosamiento moderado de la capa muscular (figura nº 38). Este engrosamiento no es abrupto, sino que se observa como un engrosamiento progresivo de la capa muscular hasta que adquiere un grosor máximo. Al mismo tiempo, la capa mucosa es más delgada y, de nuevo, la interfase submucosa se aprecia más gruesa y sin una transición o límite tan definido con la capa mucosa.

- El duodeno proximal presenta unas características comunes a la zona del píloro, con una mucosa fina que se confunde con el límite de la submucosa y adquiere un patrón ecogénico (figura nº 39 y 41). El grosor de la capa muscular disminuye de forma más importante en este segmento de duodeno proximal, al mismo tiempo que la capa mucosa transiciona claramente para representar la capa más consistente del duodeno descendente a partir de la curvatura duodenal craneal.

- El duodeno descendente mostró sus características más constantes, con una capa mucosa claramente definida y una capa muscular y submucosa finas y claramente definidas (figura nº 41), presentándose como el segmento intestinal más prominente.

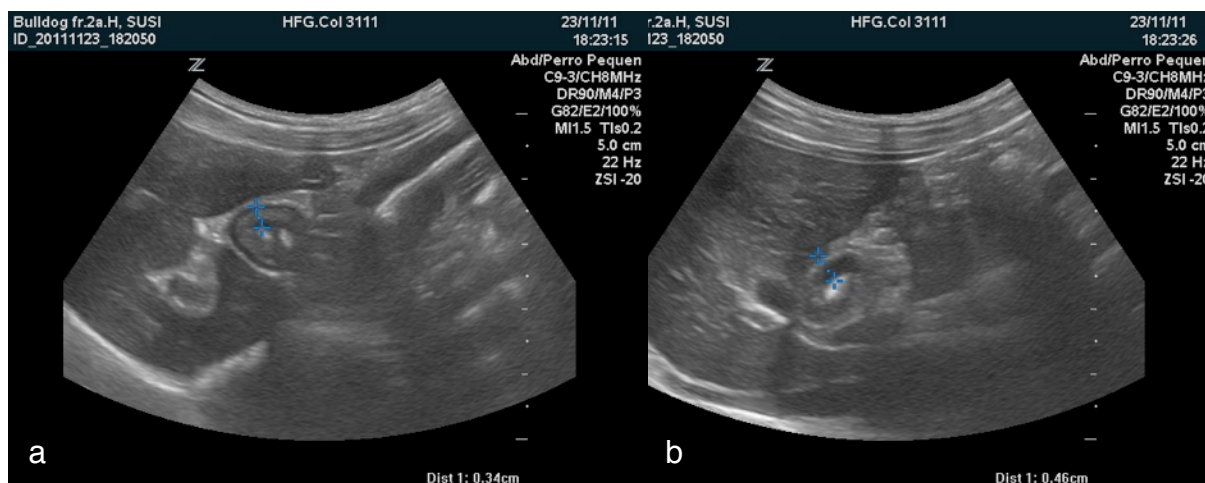


Figura nº 41: imágenes pertenecientes al paciente nº 28. **(a)** Imagen en un corte transversal del duodeno proximal. **(b)** Imagen de un corte transversal del duodeno descendente próximo a la curvatura craneal. Obsérvese las diferencias en las capas que definen su pared, submucosa más gruesa en el duodeno proximal y mucosa mejor definida en el duodeno descendente

Las relaciones anatómicas más constantes del estómago y duodeno descendente de los animales explorados en ayunas fueron:

- Cranealmente la silueta hepática y su cara visceral (que se mantiene constante en fase postprandial).
- El colon transversal y el lóbulo pancreático izquierdo se asociaron más comúnmente al aspecto medio de la curvatura mayor del estómago donde también puede observarse la vena gastroesplénica y la porción de la cola del bazo (aunque esta última es menos constante).
- El aspecto más lateral del fundus se relaciona con la cabeza y el cuerpo esplénico.
- El canal pilórico y el píloro muestran una relación más constante con el *porta hepatis*, cuerpo pancreático y los linfonodos periportales (también denominados hepáticos). Los linfonodos gástricos se localizan en el aspecto craneal del antro pilórico.
- La curvatura craneal del duodeno se asocia caudalmente con el cuerpo pancreático y el origen de la vena gastroduodenal.
- El duodeno descendente presenta, en el borde mesentérico, el lóbulo pancreático derecho recorrido longitudinalmente por la vena

pancreaticoduodenal y el conducto pancreático. Medialmente pude identificarse el colon ascendente y válvula ileocecal. Dorsalmente se encontrará el riñón derecho.

Los movimientos peristálticos en periodo de ayuno no fueron evidenciados. En tres pacientes se reflejó una contracción peristáltica esporádica en el cuerpo de estómago y el canal pilórico.

La exploración del paciente en fase postprandial resulta más compleja y requiere de mayor pericia por parte del examinador, ya que algunas porciones, fundamentalmente del estómago, pueden quedar ocultas debido a la presencia del contenido alimenticio y el artefacto de sombra acústica posterior. Por tanto, aquellas porciones más distales (especialmente la curvatura menor y el aspecto más dorsal del estómago) no pueden ser exploradas ecográficamente en esta fase. La pared visible del fundus gástrico y el cuerpo del estómago presenta como cambio relevante que los pliegues gástricos se presentan menos marcados debido a la distensión de la víscera (figura nº 42). El canal pilórico, píloro y porción duodenal presentan cambios menos relevantes debido a que únicamente la relajación peristáltica muestra un cambio del perímetro de estas zonas.

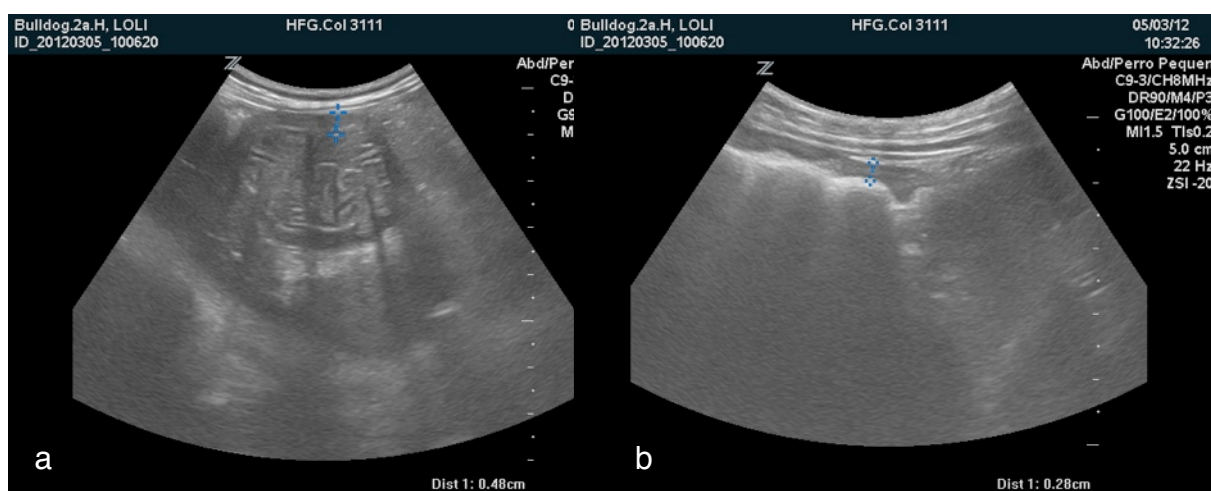


Figura nº 42. Imágenes pertenecientes al paciente nº 11 de la tabla ayuno / postprandial. **(a)** imagen en un corte transversal del fundus del estómago en periodo de ayuno. **(b)** imagen de un corte transversal del fundus del estómago en fase postprandial. La presencia de alimento en la luz gástrica produce la distensión de su pared con pliegues gástricos menos prominentes.

Los movimientos peristálticos en fase postprandial fueron constantes y no fueron contabilizados. Todas las medidas del estudio se realizaron en fase de relajación de la onda peristáltica. Durante la fase de contracción de la onda se observó un aumento evidente del grosor de la capa muscular del cuerpo gástrico y del canal pilórico.

8.2. Resultados cuantitativos en animales en fase de ayuno

En este estudio se realizó la exploración ecográfica de un total de 93 perros de la raza Bulldog Francés clínicamente sanos con un periodo de ayuno de 8 a 12 horas de alimentos sólidos y 2 horas de líquidos. Se recopilaron datos referentes a su edad, sexo y peso y se realizó la medición del grosor de las diferentes porciones del estómago (fundus gástrico, cuerpo gástrico, canal pilórico, muscular del píloro, píloro) y duodeno (duodeno proximal y duodeno descendente). Todos los datos son reflejados a continuación (tabla nº 6).

nº	Edad (meses)	Sexo (M/H)	Peso (kg)	Fundus (mm)	Cuerpo (mm)	Canal pilórico (mm)	Muscular píloro (mm)	Píloro (mm)	Duodeno proximal (mm)	Duodeno descendente (mm)
1.	2	M	3,6	2,9	2,5	3	1,3	3,1	2,4	4
2.	5	H	4,2	3,2	3	4,1	1,3	3,5	4	4,2
3.	5	M	4,3	3,8	3,2	4,1	2,3	4,2	4,7	5
4.	6	M	9,3	3,4	3,7	3,7	1,9	3,4	3,6	3,6
5.	7	H	7	3,9	3,2	4,2	2,2	3,4	4,2	4,5
6.	7	H	7,8	4,2	3,6	3,2	2,5	4	3,4	5,3
7.	7	H	9,4	3,4	3,1	4,1	1,7	4,4	3,7	4,2
8.	8	H	7,2	3,1	2,3	4	2,2	5	3,9	5,6
9.	8	H	7,2	3,8	3,3	3,6	2,9	4,9	3,9	4,5
10.	11	M	9,5	3,2	3,2	5,1	3,1	6,9	4,5	5,2
11.	12	M	7,2	3,7	3,4	3,9	2	4,1	3,6	5,2
12.	12	H	9,8	3,6	2,9	4,1	2,1	5	4,2	5,5
13.	12	H	7,1	3,3	3,1	4,8	1,9	4,8	4	5,1
14.	12	M	9,2	3,6	3,5	4,1	1,6	4	4,2	4,9
15.	12	M	10,8	3,4	3,4	3	1,2	3,3	2,8	4
16.	14	M	12,6	3,7	4,1	4,9	3,2	6	5,2	6
17.	14	H	10,2	4,1	3,6	4,5	2,3	4,2	3,4	4
18.	24	M	12,6	3,5	3,4	5	3,2	5,5	4,1	5,1
19.	24	M	12,4	3,2	3,2	4,1	2,2	5	4,9	5,8
20.	24	H	11	4,8	4,4	4,2	2,5	4,8	4,1	5,2
21.	24	H	11,5	3,2	3,6	4,1	2,1	4,5	3,7	4,5
22.	24	M	14,5	3,9	3,4	3,6	2,9	4,9	4,7	5,6
23.	24	M	11,4	2,6	3,3	3,7	2,1	5	4,7	5,5
24.	24	H	11,1	4,2	3,8	4,4	2,1	4,8	4,4	5,6
25.	24	H	11,1	4	4,3	3,4	3,2	7,1	4,8	4,7
26.	24	H	12,4	3,2	4,3	4,4	1,8	5,9	4,1	4,6

nº	Edad (meses)	Sexo (M/H)	Peso (kg)	Fundus (mm)	Cuerpo (mm)	Canal pilórico (mm)	Muscular piloro (mm)	Piloro (mm)	Duodeno proximal (mm)	Duodeno descendente (mm)
27.	24	H	12	2,6	3,8	5,3	3,1	5,6	3,8	4,6
28.	24	H	10	5,1	3,9	5,5	1,9	4,5	3,4	4,6
29.	24	M	10,8	3,5	4,8	4,5	2,3	4,9	5	4,8
30.	24	H	11,1	4,6	4	4,5	1,7	3,9	3,6	4,5
31.	36	H	12,2	4,1	4	4,5	1,3	3,9	4,1	5
32.	36	H	11,1	3,4	3,7	4,6	2,2	4	5,1	5
33.	36	M	10,4	3,8	3	3,3	1,2	4	3,7	4,1
34.	36	H	11,5	3,6	2,9	4,7	2,1	4,5	4,8	4,5
35.	36	M	11,2	4,6	4	5,3	2,2	4,6	4,9	5,7
36.	36	M	9,9	3,2	3	3,9	2	3,9	4,1	4
37.	36	H	10,9	3,4	3,1	4	2,2	3,9	3,8	4,1
38.	36	H	11,5	2,9	3,4	4,3	2,3	4,3	3,9	4,5
39.	36	H	11,2	4,1	4	4,4	2	4,1	4,2	4,4
40.	36	M	10,7	3,2	3	4,1	1,6	4,2	4,1	4,7
41.	36	H	11,9	4,5	3,9	5,1	2,1	4,4	4,7	5,1
42.	36	H	12,2	3,9	3,3	4	2	4,7	4,8	5,1
43.	36	M	11,5	3,5	4	4,4	2,2	4,7	3,6	5
44.	36	H	11,9	4	3,7	5,1	2,3	4,8	5,1	5,2
45.	36	H	10,8	2,3	4,5	2,7	1,5	3,6	3,4	3,9
46.	36	H	10,3	5,6	4,4	5,1	2,7	4,7	3,1	5,1
47.	48	M	13	2,9	4,3	6,2	4	5,2	5	5,6
48.	48	M	14,2	4,3	3,9	4,7	2	4,2	3,9	4,2
49.	48	H	10	3,9	3,8	4,9	1,9	4,5	3,9	4,5
50.	48	H	10,8	3,5	3,3	3,6	1,4	3,9	3,5	4,1
51.	48	M	11,9	2,8	3,8	4,6	2,1	5,2	3,9	4,9
52.	48	M	13,2	3,5	4,9	4,6	1,8	5	4,7	5,9
53.	48	H	9	3,8	2,6	4,7	2	3,9	3,5	5,9
54.	48	M	11,9	3,6	5,2	5,5	3	6,5	4,9	6,4
55.	48	M	11,9	3,7	3,2	3,3	2,9	4,5	3,9	4,7
56.	48	H	8,9	3,6	3,2	3,7	1,5	4	3,8	4,3
57.	48	M	14	3,2	3,1	2,9	2	5,3	4,2	4,3
58.	60	H	11,7	3,2	2,8	4,5	3,1	5,6	3,8	5,2
59.	60	H	12	3,9	3,3	3,4	2,3	4,9	3,2	5,1
60.	60	H	6,2	3,1	3,6	4,8	2,8	5,8	3,3	4,9
61.	60	M	11,3	5	3,9	4,7	2,5	4,8	3	3,9
62.	60	M	15	4,9	4,1	3	3,3	5,1	3,1	4,6
63.	60	H	13,5	5,1	4	4,3	3,4	5,8	4	5
64.	60	M	14,1	4,3	4,1	4,2	2,1	4,7	5	5,2
65.	60	M	13,1	2,8	2,7	5,2	2,8	5,7	4,8	6,1
66.	72	H	12,8	3,2	3,4	4,7	2,1	3,9	4,2	5
67.	72	M	14,3	4,3	3,7	4,9	2,1	5	4,3	5,5
68.	72	H	14,5	5,8	3,8	3,7	2,2	5,4	4,5	5,2

n°	Edad (meses)	Sexo (M/H)	Peso (kg)	Fundus (mm)	Cuerpo (mm)	Canal pilórico (mm)	Muscular piloro (mm)	Piloro (mm)	Duodeno proximal (mm)	Duodeno descendente (mm)
69.	72	H	9,8	3	3,8	5,1	2,9	5,2	3,7	5,3
70.	72	M	11,4	4,1	3,5	3,9	1,9	4,1	4	4,4
71.	72	H	11,5	5,2	4,5	5,8	2,5	6,4	4,7	4,1
72.	72	H	11,1	3,7	4,4	4,1	2,2	4,7	4,8	6,3
73.	72	H	12,3	4	3,1	3,2	3,3	5,9	5	5,5
74.	72	H	13	3,9	3,9	4,9	2,9	4,4	3,3	5,5
75.	84	H	9,8	4	3,3	4	1,7	4,2	3,9	4,2
76.	84	M	13,2	4,1	3,4	3,5	3,1	4,3	4,1	5
77.	84	H	12,1	3,1	3,6	3,9	1,3	4	4	4,6
78.	84	H	13,2	4,1	3,8	4,1	1,9	4,4	4	4,5
79.	84	H	12,3	4,7	4	4,3	1,9	4,3	4,9	5,3
80.	96	M	11,8	3,2	3,2	3,9	1,8	4,2	4	4,6
81.	96	H	11,3	3,9	3,6	4,2	1,8	5,1	4,2	4,7
82.	96	H	12,2	3,1	3,3	4,5	2,1	4,9	4,2	4,9
83.	96	H	11,3	4,7	3,6	4,3	2,6	5	4,7	6,4
84.	108	M	12,5	4,7	4,6	5,1	2,4	5	5,2	6,1
85.	108	M	13	3,6	3,5	3,3	1,4	4,5	3,1	4,7
86.	108	M	13,1	4,3	4,9	4,4	2,4	6	5,7	5,4
87.	108	M	13,5	3,7	4	5,1	1,9	4,1	4,4	5,6
88.	108	H	13	4,4	3,4	3,7	2,3	6,5	4,3	6,2
89.	132	M	12,5	4,2	3,5	5,2	2,9	5,2	4,6	5,1
90.	132	M	12,8	4,1	3,6	4,1	1,6	4,6	4,8	5,2
91.	132	H	11,7	3,8	3,3	3,7	3,1	4,8	3,9	4,6
92.	132	M	13,4	3,9	3,9	4,8	1,9	3,3	4	5,1
93.	144	H	11,9	4,2	3,3	3,5	1,9	4,3	4,2	5

Tabla n° 6. Animales utilizados en el presente estudio (n°= número de animal explorado) con sus variables estudiadas, edad, sexo (M: macho, H: Hembra), peso y los diferentes valores obtenidos para las diferentes regiones en estudio expresadas en milímetros.

8.2.1. Descripción estadística de la muestra

8.2.1.1. Análisis de normalidad de la muestra

Antes de la realización del estudio estadístico de los resultados, se procedió a realizar una valoración de la distribución de los datos obtenidos. Para ello se valoró si los resultados de las mediciones y las variables poseían una distribución normal (tabla nº 7). Este tipo de distribución es la más frecuente en las mediciones de tipo biológico.

Test de Normalidad			
Edad (mes):	W-Statistic = 0,927	P > 0,001	Pasado
Peso Kg:	W-Statistic = 0,906	P > 0,001	Pasado
Fundus:	W-Statistic = 0,977	P = 0,106	Pasado
Cuerpo:	W-Statistic = 0,983	P = 0,270	Pasado
Canal P.:	W-Statistic = 0,992	P = 0,856	Pasado
Musc. píloro:	W-Statistic = 0,960	P = 0,006	Pasado
Píloro:	W-Statistic = 0,965	P = 0,014	Pasado
Duod. Prox.:	W-Statistic = 0,985	P = 0,340	Pasado
Duod. desc.:	W-Statistic = 0,981	P = 0,180	Pasado

Un test que falla indica que los datos varían significativamente del patrón esperado si la distribución de los mismos fuese de tipo normal.
 Un test que pasa indica que los datos concuerdan con el patrón esperado si los datos proviniesen de una población con una distribución normal.

Tabla nº 7. Análisis de distribución de los datos obtenidos. Test de normalidad de la muestra.

Según los resultados reflejados, todas las medidas obtenidas, así como las variables numéricas, presentan una distribución de tipo normal.

8.2.1.2. Caracterización de las variables estudiadas.

Las variables continuas (edad y peso) presentaron la siguiente distribución (tabla nº 8).

Grupo	Tamaño	Media	Desv. est.	Error est.	C.I. of Mean	
Edad	93	50,588	34,98	3,627	7,204	
Peso	93	11,166	2,228	0,231	0,459	
Grupo	Rango	Max.	Min.	Mediana	25%	75%
Edad	142,000	144,00	2,000	48,000	24,000	72,000
Peso	11,400	15,00	3,600	11,500	10,250	12,500

Tabla nº 8. Distribución del las variables continuas (edad y peso) y de los diferentes valores obtenidos.

La población estudiada presenta un peso medio de 11,17 kg con una desviación estándar de $\pm 2,23$ kg, un valor mínimo de 3,600 kg y un máximo de 15,00 kg. La edad media de los pacientes fue de 50 meses. Se describe también, de todas las variables continuas, su valor máximo y mínimo, media y percentiles 25 y 75. Estos percentiles (medida de posición no central) nos indicarán como está posicionado un valor respecto al total de la muestra.

Atendiendo a la distribución de los animales en función del sexo y analizándolos respecto a su peso y edad se obtuvieron los siguientes valores (tabla nº 9).

Sexo / peso					
Grupo	N	Media	Mediana	25%	75%
Macho	40	11,670	12,150	10,800	13,175
Hembra	53	10,780	11,200	9,900	12,050
Sexo / edad					
Grupo	N	Media	Mediana	25%	75%
Macho	40	52,550	48,000	24,000	72,000
Hembra	53	49,280	36,000	24,000	72,000

Tabla nº 9. Distribución de los animales en función del sexo respecto a su peso y edad.

Contemplando al peso como variable descriptiva, cuando se analiza con la variable categórica del sexo se observa que los machos tienen un peso medio de 11,670 kg y las hembras de 10,780 kg. La media de edad de las hembras fue de 49,2 meses; mientras que en los machos fue de 52,5 meses.

8.2.1.3. Caracterización de las medidas obtenidas

Previamente al análisis de los resultados, también se procede a caracterizar las diferentes medidas obtenidas en cada animal, observando su distribución, su margen de error, media, rango máximo y mínimo (tabla nº 10).

Estadística descriptiva:								
Columna	Tamaño	Media	Desv. E.	Error E.	Rango	Max.	Min.	Mediana
Fundus	93	3,795	0,669	0,0694	3,500	5,800	2,300	3,800
Cuerpo	93	3,623	0,547	0,0567	2,900	5,200	2,300	3,600
Canal P.	93	4,272	0,691	0,0717	3,500	6,200	2,700	4,200
Musc. P.	93	2,233	0,576	0,0597	2,800	4,000	1,200	2,100
Píloro	93	4,701	0,802	0,0832	4,000	7,100	3,100	4,700
Duod. Prox	93	4,134	0,617	0,0640	3,300	5,700	2,400	4,100
Duod. Desc.	93	4,827	0,629	0,0652	2,800	6,400	3,600	5,000

Tabla nº 10. Caracterización de las diferentes medidas obtenidos del grosor de la pared de los diferentes puntos de control en los pacientes en fase de ayuno.

A la vista de los resultados, se aprecia que la región del estómago que presenta un mayor grosor es el píloro, mientras que la que posee mayor homogeneidad en las medidas (menor desviación estándar) es el cuerpo del estómago. El segmento digestivo con mayor grosor de los analizados corresponde con el duodeno descendente.

8.3. Análisis estadístico de los resultados

En el análisis estadístico de los datos se procedió al estudio de los resultados obtenidos en la medición del grosor de la pared de los diferentes puntos de control del estómago y duodeno. También se valorará la influencia de las diferentes variables establecidas previamente.

8.3.1. Análisis de la relación estadística entre las variables estudiadas

Un primer estudio pretende analizar estadísticamente la posible relación que puede existir entre el sexo y el peso del animal (tabla nº 11).

Test Mann-Whitney

Variable dependiente: Peso Kg

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Hembras	53	11,200	9,900	12,050
Machos	40	12,150	10,800	13,175

Mann-Whitney U Estadístico= 718,000

T = 2222,000 n (pequeña)= 40 n (grande)= 53 (P = 0,008)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos es mayor de la esperada; existe una diferencia estadísticamente significativa (P = 0,008)

Tabla nº 11. Test de relación estadística entre las variables sexo y peso de los perros estudiados.

Puede observarse que el valor de p obtenido (0,008) es inferior a 0,1 y próximo a 0,01, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa próxima al 99% (Tejedor, 1999). Esto indica una relación estadística entre el sexo y el peso. Los machos son estadísticamente más pesados que las hembras.

Posteriormente se realizó un análisis de la posible relación entre el peso y la edad de los animales. Se uso el método de correlación de los resultados obtenidos (tabla nº 12).

Correlación de Pearson

Contenido de la celda:

Coeficiente de correlación

Valor de p

Edad (mes)

Peso Kg 0,520
0,0000000900

El par de variables con un coeficiente de correlación positiva y un valor de p menor de 0.05 tienden a incrementarse juntos. Los pares con un coeficiente de correlación negativo y valor de p menor de 0.05 tienen tendencias inversas. Los pares con valor de p mayor de 0.05 no tienen relación significativa.

Tabla nº 12. Test de relación estadística entre las variables peso y edad de los perros estudiados.

Los resultados indican una correlación directa y positiva entre la edad y el peso de los animales (a mayor edad, mayor peso de los individuos). El valor de p obtenido (0,00000009) demuestra una relación estadísticamente muy significativa.

Por último se estudia la posible relación estadística entre edad y sexo del animal (tabla nº 13).

Test Mann-Whitney

Variable dependiente: Edad (mes)

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Machos	40	48,000	24,000	72,000
Hembras	53	36,000	24,000	72,000

Mann-Whitney U Estadístico= 1030,500

T = 1909,500 n(pequeña)= 40 n (grande)= 53 (P = 0,821)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos no es lo suficientemente grande como para descartar la variabilidad de muestreo por azar. No existe diferencia estadísticamente significativa (P = 0,821)

Tabla nº 13. Test de relación estadística entre las variables edad y sexo de los perros estudiados.

No se observa relación estadística entre el sexo y la edad de los animales.

8.3.2. Análisis de la relación entre las diferentes medidas obtenidas

Se procede a analizar la posible relación estadísticamente significativa entre las medidas obtenidas en las diferentes regiones examinadas (tabla nº 14). Para ello se realiza un estudio de correlación.

Correlación de Pearson						
Contenido de celda:						
Coeficiente de correlación						
valor de p						
	Cuerpo	Canal P.	Musc. P.	Píloro	Duod. Prox	Duod. desc.
Fundus	0,358	0,121	0,127	0,113	0,0862	0,117
	0,00042	0,249	0,225	0,283	0,411	0,264
Cuerpo		0,350	0,182	0,278	0,296	0,195
		0,000573	0,0807	0,00706	0,00400	0,0607
Canal P.			0,306	0,291	0,336	0,337
			0,00282	0,00470	0,000986	0,000944
Musc. P.				0,640	0,249	0,382
				5,18E-12	0,0161	0,000155
Píloro					0,421	0,446
					0,0000259	0,00000744
Duod.Prox						546
						0,0000000153
El par de variables con un coeficiente de correlación positiva y una valor de p menor de 0,05 tienden a incrementarse juntos. Los pares con coeficientes de correlación negativos y valor de p menor de 0,05 tienen tendencias inversas. Los pares con valor de p mayor de 0,05 no tienen relación significativa.						

Tabla nº 14. Estudio de correlación entre las diferentes medidas del grosor de la pared de los puntos de control establecidos.

El análisis de los resultados obtenidos indica que, de manera directa, existe una relación entre todas las estructuras examinadas, a excepción del fundus, solo relacionado con el cuerpo del estómago, y el duodeno descendente, que no se relaciona con el cuerpo del estómago.

8.3.3. Análisis del factor sexo y los resultados obtenidos

En este punto se realizará un análisis de la relación entre la variable “sexo” y el grosor de la pared de cada región anatómica medida, de manera individual. Los resultados son expuestos a continuación (tablas nº 15 a nº 21).

t-test

Grupo	N	Media	Desv. estándar
Hembras	53	3,868	0,725
Machos	40	3,698	0,582

Diferencia 0,170

t = 1,219 con 91 Grados de libertad.

Intervalo de confianza del 95% para diferencia de medias: -0,107 a 0,448

Valor de p a dos extremos = 0,226

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (P = 0,226).

Tabla nº 15. Análisis de relación entre la variable sexo y el grosor de la pared del fundus gástrico.

t-test

Grupo	N	Media	Desv. estándar
Hembras	53	3,581	0,493
Machos	40	3,677	0,613

Diferencia -0,0964

t = -0,840 con 91 Grados de libertad.

Intervalo de confianza del 95% para diferencia de medias: -0,324 a 0,132

Valor de p a dos extremos = 0,403

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (P = 0,403).

Tabla nº 16. Análisis de relación entre la variable sexo y el grosor de la pared del cuerpo del estómago.

Test Mann-Whitney

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Hembras	53	4,300	3,950	4,700
Machos	40	4,150	3,700	4,900

Mann-Whitney U Estadístico= 1054,500

T = 1874,500 n (pequeña)= 40 n (grande)= 53 (P = 0,969)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos no es lo suficientemente grande como para descartar la variabilidad de muestreo por azar. No existe diferencia estadísticamente significativa (P = 0,969)

Tabla nº 17. Análisis de relación entre la variable sexo y el grosor de la pared del canal pilórico.

Test Mann-Whitney

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Hembras	53	2,100	1,900	2,500
Machos	40	2,100	1,900	2,875

Mann-Whitney U Estadístico= 1047,000

T = 1893,000 n (pequeña)= 40 n (grande)= 53 (P = 0,923)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos no es lo suficientemente grande como para descartar la variabilidad de muestreo por azar. No existe diferencia estadísticamente significativa (P = 0,923)

Tabla nº 18. Análisis de relación entre la variable sexo y el grosor de la capa muscular del píloro.

Test Mann-Whitney

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Hembras	53	4,500	4,050	5,000
Machos	40	4,700	4,125	5,175

Mann-Whitney U Estadístico= 1004,000

T = 1936,000 n (pequeña)= 40 n (grande)= 53 (P = 0,666)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos no es lo suficientemente grande como para descartar la variabilidad de muestreo por azar. No existe diferencia estadísticamente significativa (P = 0,666)

Tabla nº 19. Análisis de la relación entre la variable sexo y el grosor de la pared del píloro.

Test Mann-Whitney

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Hembras	53	4,000	3,700	4,350
Machos	40	4,200	3,900	4,800

Mann-Whitney U Estadístico= 849,000

T = 2091,000 n (pequeña)= 40 n (grande)= 53 (P = 0,102)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos no es lo suficientemente grande como para descartar la variabilidad de muestreo por azar. No existe diferencia estadísticamente significativa (P = 0,102)

Tabla nº 20. Análisis de la relación entre la variable sexo y el grosor de la pared del duodeno proximal.

t-test

Grupo	N	Media	Desv. estándar
Hembras	53	4,894	0,583
Machos	40	5,018	0,686

Diferencia -0,123

t = -0,935 con 91 Grados de libertad.

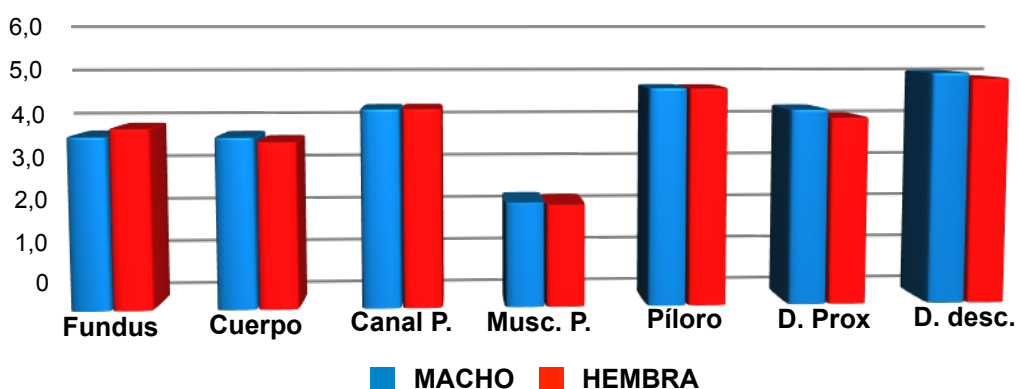
Intervalo de confianza del 95% para diferencia de medias: -0,385 a 0,139

Valor de P a dos extremos = 0,352

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (P = 0,352).

Tabla nº 21. Análisis de la relación entre la variable sexo y el grosor de la pared del duodeno descendente.

En un primer análisis de los datos obtenidos se observa que no existe una diferencia estadísticamente relevante cuando se estudia el sexo como factor de influencia en el grosor de las diferentes regiones estudiadas: del fundus, cuerpo, canal pilórico, píloro, muscular del píloro, duodeno proximal y duodeno descendente. En la siguiente gráfica de barras se exponen los resultados de las diferentes medidas obtenidas en función del sexo del individuo examinado (gráfica nº 1).



Gráfica nº 1. Análisis del factor sexo y las medidas del grosor de las diferentes regiones del estómago y duodeno descendente.

8.3.4. Análisis del factor peso y los resultados obtenidos

Se procede a analizar la influencia del factor peso en el grosor de la pared de los diferentes puntos de control establecidos en este estudio (tablas nº 22, a 28. y gráficas nº 2 a nº 8).

Se agruparon los animales en función de su peso, para obtener grupos cerrados, lo que facilitó el análisis estadístico. Estos grupos se realizaron siguiendo los criterios referenciados con anterioridad.

Se realizó una agrupamiento de los animales en tres conjuntos: aquellos con un peso comprendido entre los 3,6 y los 7,5 Kg (n = 9 individuos), un segundo grupo con peso comprendido entre los 7,5 y los 11,25 Kg (n = 30 individuos) y por último, un tercer grupo con perros que pesaban más de 11,25 Kg (n = 54 individuos). Se muestran seguidamente los resultados obtenidos en el mismo orden que en el apartado anterior.

Análisis de varianza

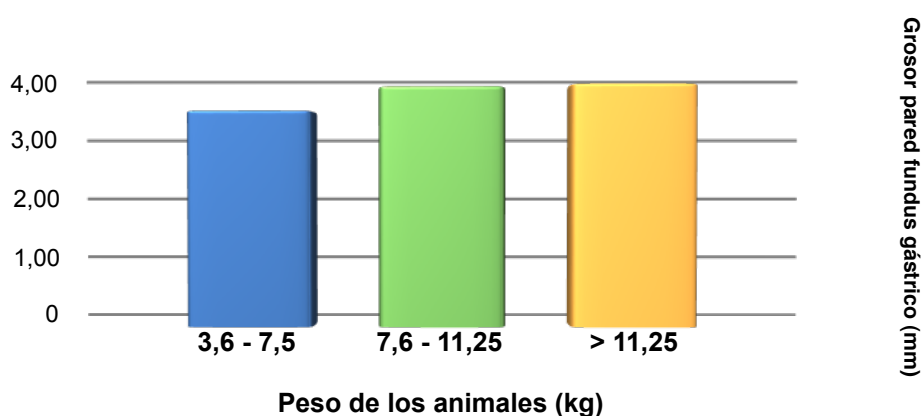
Variable dependiente: Fundus gástrico

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
3,6 a 7,5 Kg	9	3,422	0,377
7,6 a 11,25 Kg	30	3,807	0,666
Más de 11,25 Kg	54	3,850	0,697

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	2	1,418	0,709	1,604	0,207
Residual	90	39,789	0,442		
Total	92	41,207			

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($P = 0,207$).Cuerpo del estómago.

Tabla nº 22. Análisis de la relación entre la variable peso y el grosor de la pared del fundus gástrico.



Gráfica nº 2. Representación de las medidas del grosor de la pared del fundus gástrico en relación con los diferentes grupos de peso de los animales.

Análisis de varianza

Variable dependiente: Cuerpo estómago

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
3,6 a 7,5 Kg	9	3,067	0,418
7,6 a 11,25 Kg	30	3,643	0,555
Más de 11,25 Kg	54	3,704	0,515

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	2	3,150	1,575	5,810	0,004
Residual	90	24,393	0,271		
Total	92	27,543			

Las diferencias en los valores de media en los grupos es mayor de la esperada por azar. Hay una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0,004$).

Poder de test realizado con $\alpha = 0,050$: 0,793

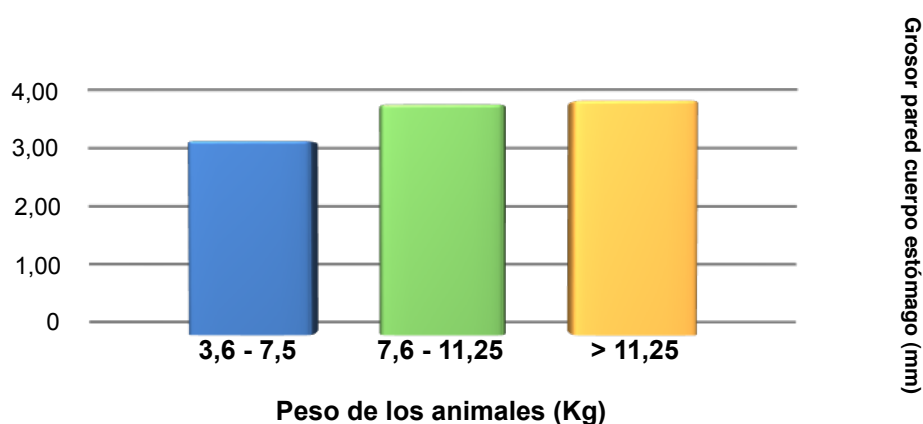
Procedimiento de comparación múltiple de pares (método Holm-Sidak):

Nivel de significancia = 0,05

Comparaciones para el factor: **Peso grupo 3**

Comparación	s	t	P	$P < 0,050$
c vs. a	0,637	3,399	0,003	Si
b vs. a	0,577	2,914	0,009	Si
c vs. b	0,060	0,509	0,612	No

Tabla nº 23. Análisis de la relación entre la variable peso y el grosor de la pared del cuerpo del estómago.



Gráfica nº 3. Representación de las medidas del grosor de la pared del cuerpo del estómago en relación con los diferentes grupos de peso de los animales..

Análisis de varianza

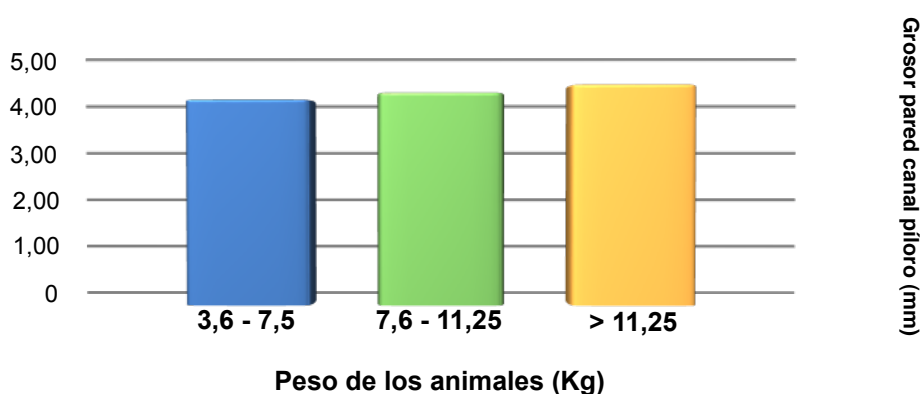
Variable dependiente: Canal pilórico

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
3,6 a 7,5 Kg	9	4,056	0,557
7,6 a 11,25 Kg	30	4,193	0,690
Más de 11,25 Kg	54	4,352	0,710

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	2	0,952	0,476	0,995	0,374
Residual	90	43,036	0,478		
Total	92	43,987			

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($P = 0,374$).

Tabla nº 24. Análisis de la relación entre la variable peso y el grosor de la pared del canal pilórico.



Gráfica nº 4. Representación de las medidas del grosor de la pared del canal pilórico en relación con los diferentes grupos de peso de los animales.

Análisis de varianza

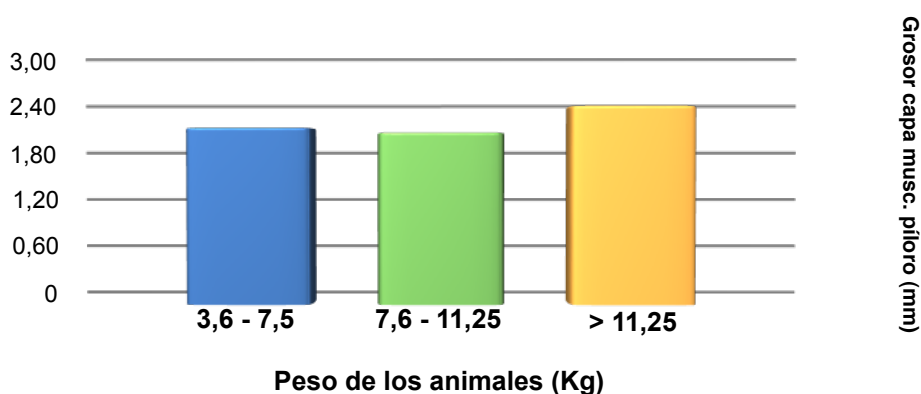
Variable dependiente: Muscular píloro

Grupo	N	Mediana	25%	75%
3,6 a 7,5 Kg	9	2,200	1,600	2,550
7,6 a 11,25 Kg	30	2,000	1,675	2,300
Más de 11,25 Kg	54	2,200	1,900	2,900

H = 5,348 con 2 Grados de libertad. (P = 0,069)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos no es lo suficientemente grande como para descartar la variabilidad de muestreo por azar. No existe diferencia estadísticamente significativa (P = 0,069)

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
3,6 a 7,5 Kg	9	2,100	0,561
7,6 a 11,25 Kg	30	2,043	0,509
Más de 11,25 Kg	54	2,361	0,589

Tabla nº 25. Análisis de la relación entre la variable peso y el grosor de la capa muscular del píloro.**Gráfica nº 5.** Representación de las medidas del grosor de la capa muscular del píloro en relación con los diferentes grupos de peso de los animales.

Análisis de varianza

Variable dependiente: Píloro

Grupo	N	Mediana	25%	75%
3,6 a 7,5 Kg	9	4,200	3,450	4,950
7,6 a 11,25 Kg	30	4,200	3,900	4,725
Más de 11,25 Kg	54	4,900	4,400	5,325

H = 14,494 con 2 Grados de libertad. (P < 0,001)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos es mayor de la esperada; existe una diferencia estadísticamente significativa (P = < 0,001)

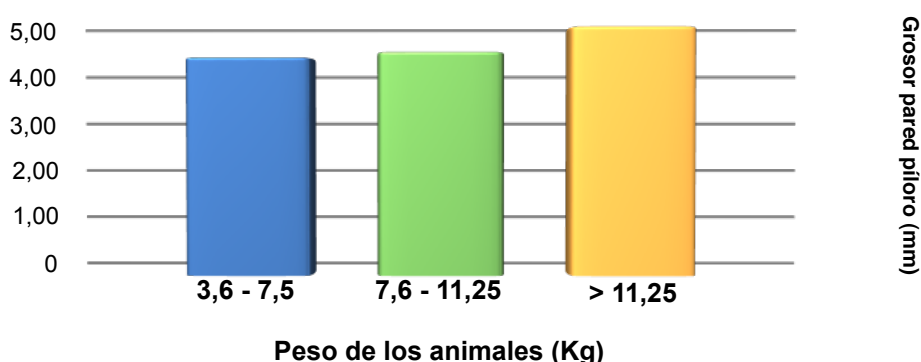
Para aislar el grupo o grupos que difieren del resto, se usa un procedimiento de comparación múltiple

Procedimiento de comparación múltiple de pares (Método Dunn's) :

Comparación	Diferencia de rangos	Q	P<0,05
c vs b	22,044	3,587	Si
c vs a	19,806	2,038	No
a vs b	2,239	0,218	No

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
3,6 a 7,5 Kg	9	4,311	0,887
7,6 a 11,25 Kg	30	4,420	0,840
Más de 11,25 Kg	54	4,922	0,701

Tabla nº 26. Análisis de la relación entre la variable peso y el grosor de la pared del píloro.



Gráfica nº 6. Representación de las medidas del grosor de la pared del píloro en relación con los diferentes grupos de peso de los

Análisis de varianza

Variable dependiente: Duodeno proximal

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar		
3,6 a 7,5 Kg	9	3,778	0,644		
7,6 a 11,25 Kg	30	3,953	0,578		
Más de 11,25 Kg	54	4,294	0,592		
Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	2	3,511	1,756	5,010	0,009
Residual	90	31,539	0,350		
Total	92	35,050			

Las diferencias en los valores de media entre los grupos son mayores de lo esperado por azar. Existe una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0,009$).

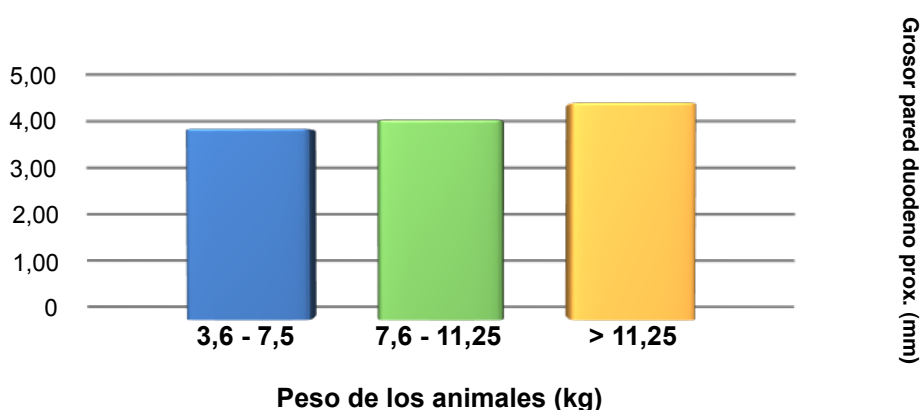
Poder de test realizado con $\alpha = 0,050$: 0,705

Procedimiento de comparación múltiple de pares (Método Holm-Sidak):

Nivel de significancia = 0,05

Comparación	s	t	P	P<0,050
c vs. b	0,341	2,531	0,039	Si
c vs. a	0,517	2,424	0,034	Si
b vs. a	0,176	0,780	0,437	No

Tabla nº 27. Análisis de la relación entre la variable peso y el grosor de la pared del duodeno proximal.



Gráfica nº 7. Representación de las medidas del grosor de la pared del duodeno proximal en relación con los diferentes grupos de peso de los animales.

Análisis de varianza

Variable dependiente: Duodeno descendente

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
3,6 a 7,5 Kg	9	4,778	0,514
7,6 a 11,25 Kg	30	4,723	0,675
Más de 11,25 Kg	54	5,100	0,583

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	2	3,023	1,511	4,079	0,020
Residual	90	33,349	0,371		
Total	92	36,372			

Las diferencias en los valores de media entre los grupos es mayor de lo esperado por azar. Existe una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0,020$).

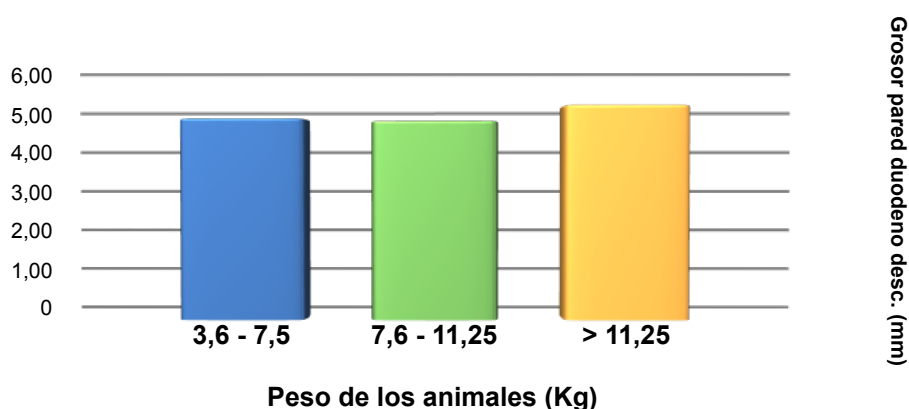
Poder de test realizado con $\alpha = 0,050$: 0,575

Procedimiento de comparación múltiple de pares (Método Holm-Sidak):

Nivel de significancia = 0,05

Comparación	s	t	P	$P < 0,050$
c vs. b	0,377	2,717	0,023	Si
c vs. a	0,322	1,470	0,269	No
a vs. b	0,054	0,235	0,814	No

Tabla nº 28. Análisis de la relación entre la variable peso y el grosor de la pared del duodeno descendente.



Gráfica nº 8. Representación de las medidas del grosor de la pared del duodeno descendente en relación con los diferentes grupos de peso de los animales.

A la vista de estos resultados, y como se comentará posteriormente en la discusión, podemos confirmar que, realizando estas agrupaciones por peso, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las siguientes regiones medidas y grupos:

- Cuerpo de estómago: entre los perros de 4 a 7,5 Kg y el resto de animales examinados.
- Píloro: entre los perros de 7,5 a 11,25 Kg y los de más de 11,25 Kg.
- Duodeno proximal: entre los perros de más de 11,25 Kg y el resto.
- Duodeno descendente: entre los perros de 7,5 Kg y los de más de 11,25 Kg.

El estudio del grosor de la pared en función del peso se completa observando la relación que puede establecerse con los individuos estudiados, sin realizar ningún tipo de agrupamiento de los datos en función de la variable. El análisis estadístico se realiza mediante un estudio de correlación (tabla nº 29).

Correlación de Pearson							
Contenido de las celdas:							
Coeficiente de correlación							
Valor de P							
	Fundus	Cuerpo	Canal P.	Musc. P.	Píloro	Duod. Pr.	Duod. D.
Peso Kg	0,251	0,387	0,117	0,236	0,310	0,333	0,263
	0,0151	0,000128	0,265	0,0227	0,00250	0,0011	0,0109
El par de variables con un coeficiente de correlación positiva y un valor de p menor de 0.05 tienden a incrementarse juntos. Los pares con un coeficiente de correlación negativo y valor de p menor de 0.05 tienen tendencias inversas. Los pares con valor de p mayor de 0.05 no tienen relación significativa.							

Tabla nº 29. Estudio de correlación entre el grosor de los diferentes puntos de control con la variable peso sin realizar su agrupamiento (variable continua)

Los valores de p permiten establecer una relación significativa para todos los puntos de medición a excepción del canal pilórico. Todos están estadísticamente relacionados con el peso del animal, excepto el canal pilórico.

8.3.5. Análisis del factor edad y los resultados obtenidos

Se intentará ahora establecer la relación entre la variable edad y el grosor de las diferentes regiones medidas. Una vez se ha procedido a agrupar los animales siguiendo la bibliografía publicada (Pibot y col., 2008; RCI 2010), con el fin de facilitar el análisis estadístico. Estos grupos son: perros de edad inferior a los 12 meses, perros con edad comprendida entre los 13 y 24 meses, perros con edad comprendida entre los 25 y los 96 meses y , por último, aquellos perros mayores de 96 meses. Los resultados obtenidos del análisis estadística son reflejados también en gráficas de barras (tablas nº 30 a 36 y gráficas nº 9 a 15).

Análisis de varianza

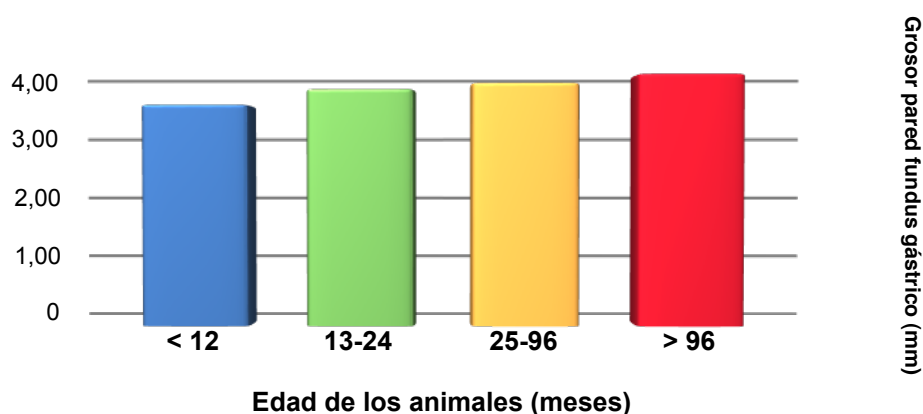
Variable dependiente: Fundus gástrico

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Menos de 12	15	3,500	0,344
13-24	15	3,747	0,743
24-96	49	3,845	0,747
Más de 96	14	3,986	0,487

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	3	1,972	0,657	1,49	0,223
Residual	89	39,236	0,441		
Total	92	41,207			

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($P = 0,223$).

Tabla nº 30. Análisis de la relación entre la variable edad y el grosor de la pared del fundus gástrico.



Gráfica nº 9. Análisis del factor edad y las medidas del grosor de la pared del fundus gástrico.

Análisis de varianza

Variable dependiente: Cuerpo del estómago

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Menos de 12	15	3,160	0,379
13-24	15	3,860	0,460
25-96	49	3,671	0,559
Más de 96	14	3,693	0,505

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	3	4,241	1,414	5,400	0,002
Residual	89	23,301	0,262		
Total	92	27,543			

Las diferencias en los valores de media entre los grupos es mayor de lo esperado por azar. Existe una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0,002$).

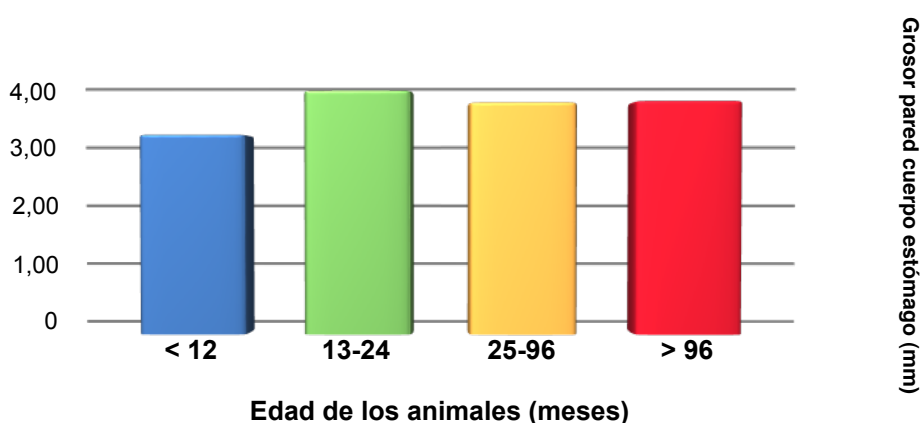
Poder de test realizado con $\alpha = 0,050$: 0,869

Procedimiento de comparación múltiple de pares (método Holm-Sidak):

Nivel de significancia = 0,05

Comparación	s	t	P	P<0,050
b vs. a	0,700	3,747	0,002	Si
c vs. a	0,511	3,387	0,005	Si
d vs. a	0,533	2,802	0,025	Si
b vs. c	0,189	1,249	0,516	No
b vs. d	0,167	0,879	0,618	No
d vs. c	0,0214	0,138	0,890	No

Tabla nº 31. Análisis de la relación entre la variable edad y el grosor de la pared del cuerpo del estómago.



Gráfica nº 10. Análisis del factor edad y las medidas del grosor de la pared del cuerpo del estómago.

Análisis de varianza

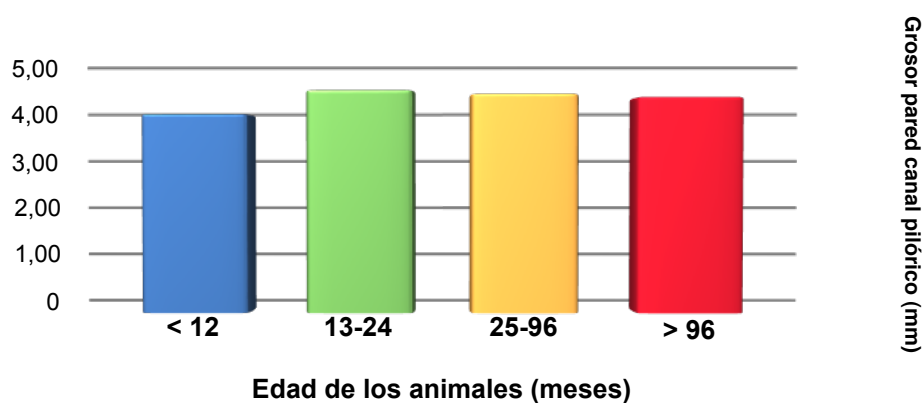
Variable dependiente: Canal pilórico

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Menos de 12	15	3,933	0,584
13-24	15	4,407	0,598
25-96	49	4,335	0,751
Más de 96	14	4,271	0,617

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	3	2,185	0,728	1,551	0,207
Residual	89	41,802	0,470		
Total	92	43,987			

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($P = 0,207$).

Tabla nº 32. Análisis de la relación entre la variable edad y el grosor de la pared del canal pilórico.



Gráfica nº 11. Análisis del factor edad y las medidas del grosor de la pared del canal del píloro.

Test de normalidad

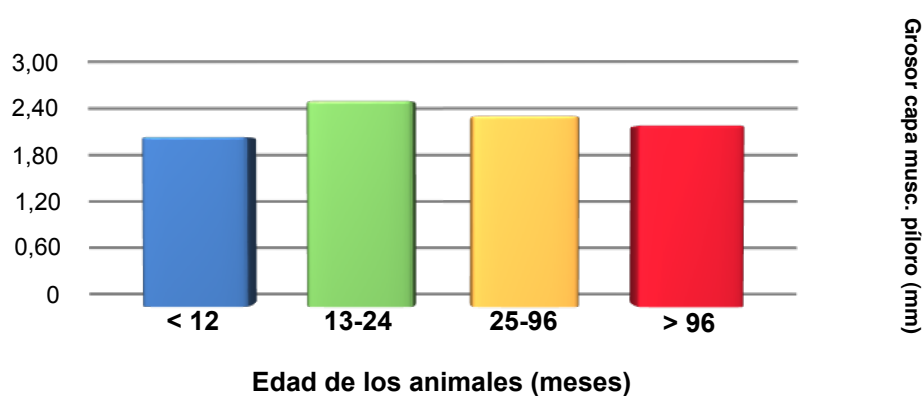
Variable dependiente: Muscular píloro

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Menos de 12	15	2,000	1,600	2,300
13 a 24	15	2,300	2,100	3,100
25 a 96	49	2,100	1,900	2,750
Más de 96	14	2,000	1,800	2,450

H = 4,385 con 3 Grados de libertad. (P = 0,223)

La diferencia en los valores de mediana entre los grupos no es lo suficientemente grande como para descartar la variabilidad de muestreo por azar. No existe diferencia estadísticamente significativa (P = 0,223)

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Menos de 12	15	2,013	0,557
13-24	15	2,440	0,540
25-96	49	2,261	0,604
Más de 96	14	2,150	0,490

Tabla nº 33. Análisis de la relación entre la variable edad y el grosor de la capa muscular del píloro.**Gráfica nº 12.** Análisis del factor edad y las medidas del grosor de la capa muscular del píloro.

Test de normalidad

Variable dependiente: Píloro

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Menos de 12	15	4,100	3,400	4,900
13-24	15	4,900	4,500	5,600
25-96	49	4,500	4,100	5,150
Más de 96	14	4,850	4,275	5,125

H = 9,319 con 3 Grados de libertad. (P = 0,025)

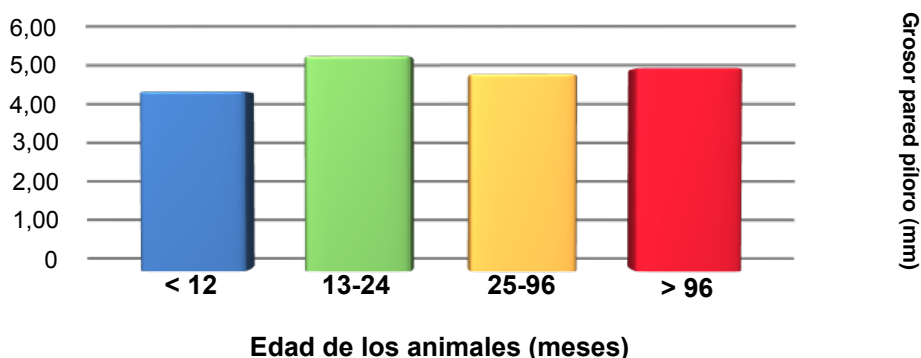
La diferencia en los valores de mediana entre los grupos es mayor de la esperada; existe una diferencia estadísticamente significativa (P = 0,025)

Para aislar el grupo o grupos que difieren del resto, se usa un procedimiento de comparación múltiple

Procedimiento de comparación múltiple de pares (método Dunn's)

Comparación	Difer de rangos	Q	P<0,05
b vs a	28,633	2,905	Si
b vs c	14,906	1,872	No
b vs d	7,493	0,747	No analizable
d vs a	21,140	2,108	No
d vs c	7,413	0,906	No analizable
c vs a	13,727	1,724	No analizable
Nombre del grupo	N	Media	Desviación estándar
Menos de 12	15	4,267	0,974
13-24	15	5,107	0,807
25-96	49	4,676	0,694
Más de 96	14	4,821	0,791

Tabla n° 34. Análisis de la relación entre la variable edad y el grosor de la pared del píloro.



Gráfica n° 13. Análisis del factor edad y las medidas del grosor de la pared del píloro.

Análisis de varianza

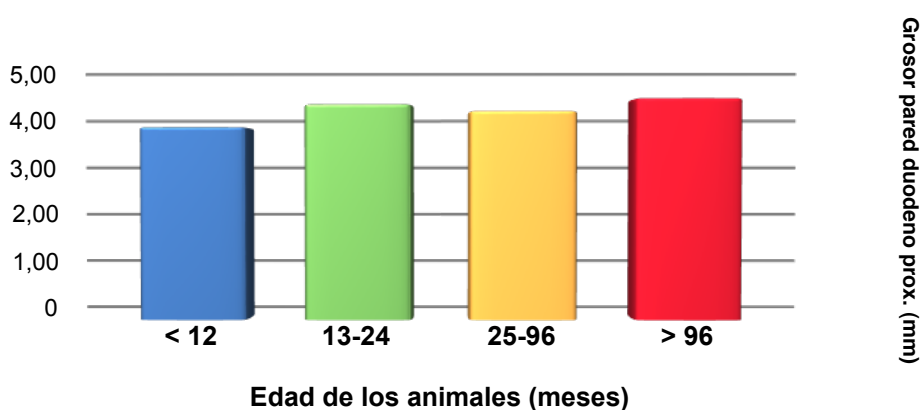
Variable dependiente: Duodeno proximal

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Menos de 12	15	3,807	0,603
13-24	15	4,260	0,601
25-96	49	4,127	0,599
Más de 96	14	4,379	0,620

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	3	2,685	0,895	2,462	0,068
Residual	89	32,364	0,364		
Total	92	35,050			

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($P = 0,068$).

Tabla nº 35. Análisis de la relación entre la variable edad y el grosor de la pared del duodeno proximal.



Gráfica nº 14. Análisis del factor edad y las medidas del grosor de la pared del duodeno proximal.

Análisis de varianza

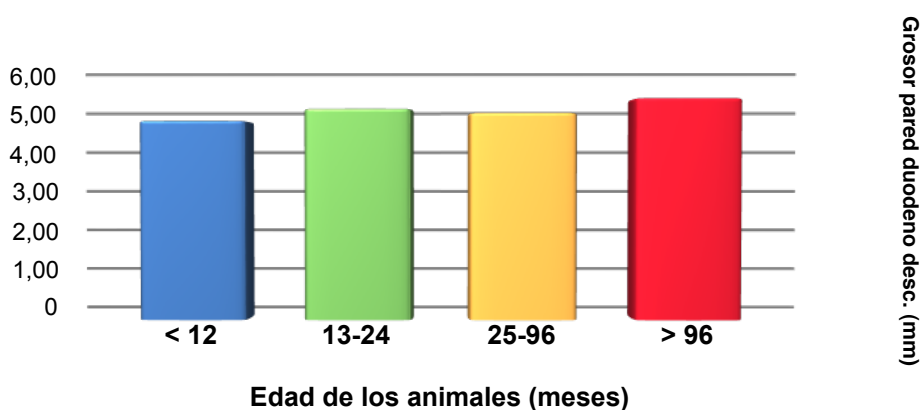
Variable dependiente: Duodeno descendente

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Menos de 12	15	4,720	0,619
13-24	15	5,007	0,584
25-96	49	4,910	0,633
Más de 96	14	5,257	0,606

Origen de la variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	3	2,239	0,746	1,946	0,128
Residual	89	34,133	0,384		
Total	92	36,372			

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($P = 0,128$).

Tabla nº 36. Análisis de la relación entre la variable edad y el grosor de la pared del duodeno descendente.



Gráfica nº 15. Análisis del factor edad y las medidas del grosor de la pared del duodeno descendente.

Los resultados obtenidos permiten valorar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de diferente edad establecidos y las siguientes regiones estudiadas:

- Cuerpo de estómago: entre los cachorros de menos de 12 meses y el resto de animales analizados.
- Píloro: entre los animales menores de 12 meses y los de 13 a 24 meses.

En este punto se procede a realizar un análisis estadístico de la influencia que tiene el factor edad en los resultados obtenidos, pero sin realizar ningún agrupamiento de los animales, considerando la variable edad como una variable continua (tabla nº 37). El método de análisis es el estudio de correlación, para valorar tendencias de asociación entre datos.

Correlación de Pearson

Contenido de la celda:

Coeficiente de correlación

Valor de P

	Fundus	Cuerpo	Canal P.	Musc. P.	Píloro	Duod. Pr.	Duod. D.
Edad (m)	0,247	0,155	0,0533	0,0487	0,119	0,182	0,221
	0,0171	0,139	0,612	0,643	0,258	0,080	0,0333

El par de variables con un coeficiente de correlación positiva y un valor de p menor de 0.05 tienden a incrementarse juntos. Los pares con un coeficiente de correlación negativo y valor de p menor de 0.05 tienen tendencias inversas. Los pares con valor de p mayor de 0.05 no tienen relación significativa.

Tabla nº 37. Estudio de correlación entre el grosor de los diferentes puntos de control con la variable edad sin realizar su agrupamiento (variable continua)

Atendiendo a los resultados, existe una relación estadísticamente significativa entre la edad y la medida obtenida en fundus gástrico y duodeno descendente, cuando no se realiza agrupación de los animales en función de su edad.

En base a los valores obtenidos en todos los animales incluidos en este estudio, se proponen unos valores fisiológicos medios de referencia (tabla nº 38), con su intervalo de confianza, del grosor de la pared del tubo digestivo en sus diferentes porciones estudiadas, para perros de la raza Bulldog Francés sanos, con un periodo de ayuno de 8 a 12 horas.

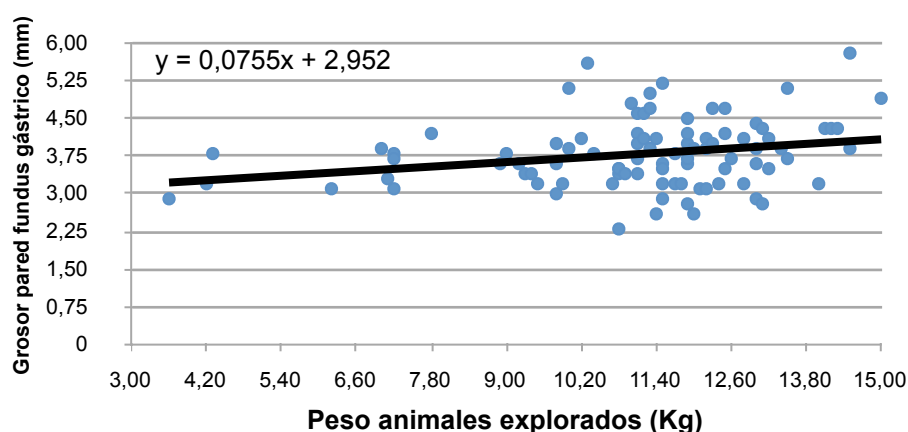
ZONA DE ESTUDIO	VALOR PROMEDIO (mm) del GROSOR AYUNAS
Fundus del estómago	3,8 ± 0,13
Cuerpo del estómago	3,6 ± 0,11
Canal pilórico	4,2 ± 0,14
Píloro	4,7 ± 0,16
Muscular del píloro	2,3 ± 0,11
Duodeno proximal	4,1 ± 0,12
Duodeno descendente	4,9 ± 0,12

Tabla nº 38. Valores de referencia del grosor de la pared de las diferentes áreas estudiadas y de la capa muscular del píloro fisiológicos para perros de la raza Bulldog Francés en ayuno.

8.3.6. Cálculo de rectas de regresión de las variables y las medidas obtenidas

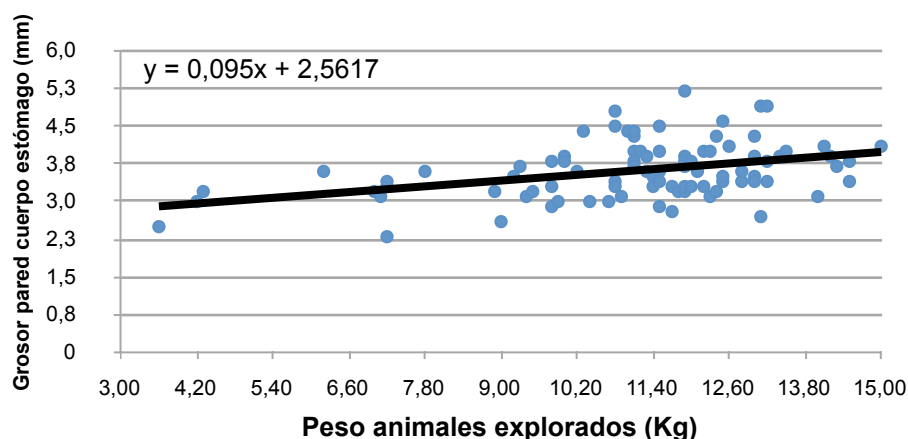
En las siguientes gráficas se representan el grosor de los diferentes puntos de control de medición con respecto a los diferentes grupos de peso y su distribución (gráficas nº 16 a 22). Se calculan las fórmulas de las rectas de regresión entre la variable peso y las diferentes regiones estudiadas (rectas de regresión obtenidas en función de cada variable numérica medida y cada región analizada). De esta manera, conociendo el peso del paciente, calculado en Kg, se podrá calcular el grosor de la pared de las diferentes estructuras estudiadas.

Grosor de la pared del fundus gástrico = $0,0755 \times \text{peso (kg)} + 2,953$



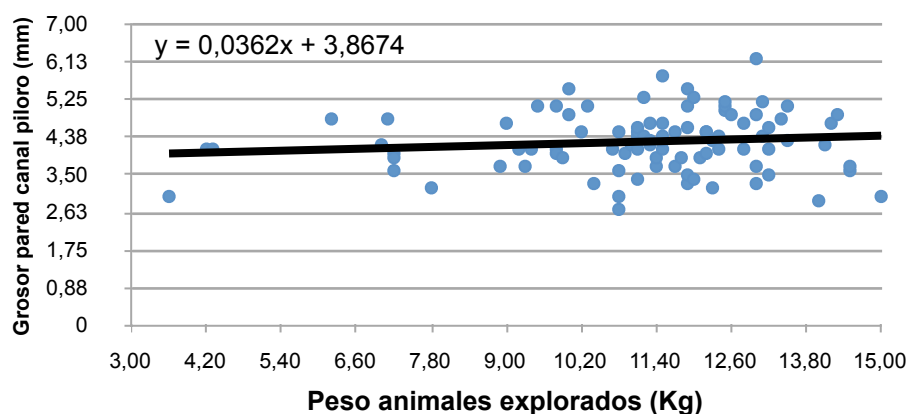
Gráfica nº 16. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del fundus gástrico con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

$$\text{Grosor de la pared del cuerpo del estómago} = 0,095 \times \text{peso (kg)} + 2,562$$



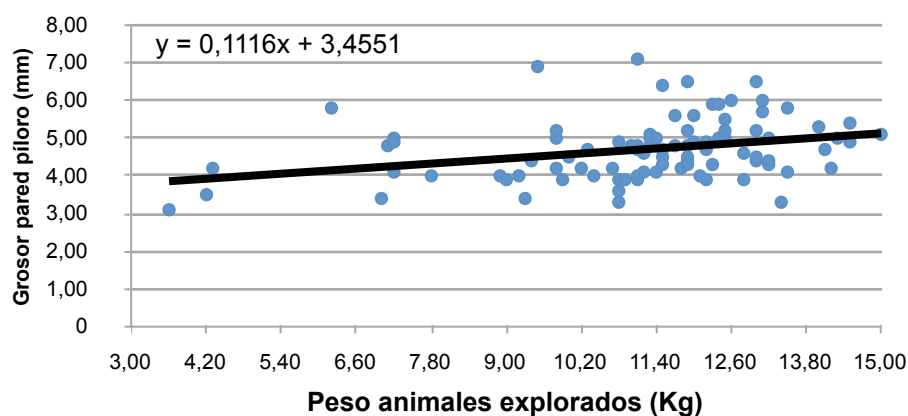
Gráfica nº 17. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del cuerpo del estómago con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

$$\text{Grosor de la pared del canal pilórico} = 0,0362 \times \text{peso (kg)} + 3,867$$



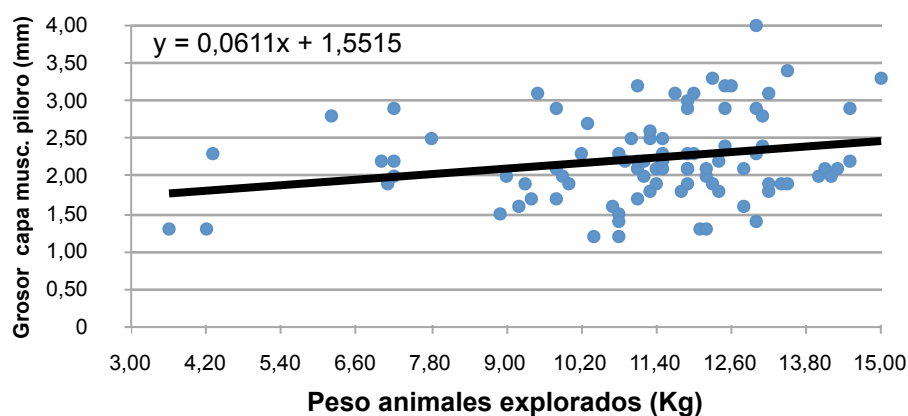
Gráfica nº 18. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del canal del píloro con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

$$\text{Grosor de la pared del píloro} = 0,01116 \times \text{peso (kg)} + 3,455$$



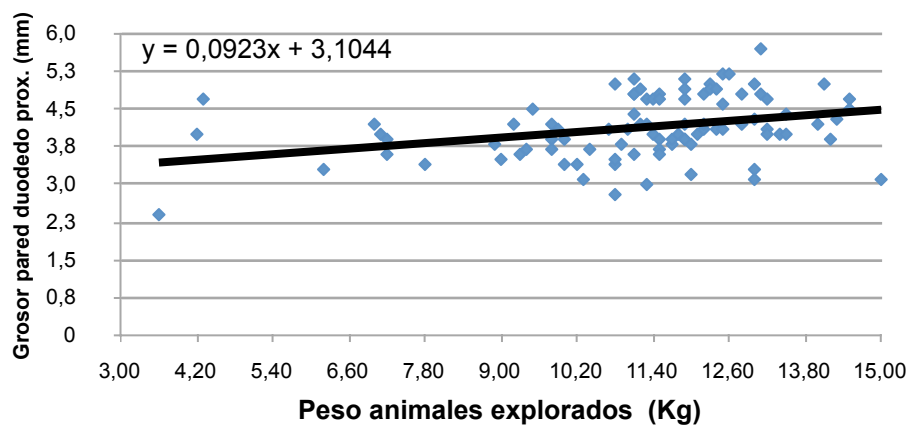
Gráfica nº 19. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del píloro con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

$$\text{Grosor de la capa muscular del píloro} = 0,0611 \times \text{peso (kg)} + 1,551$$



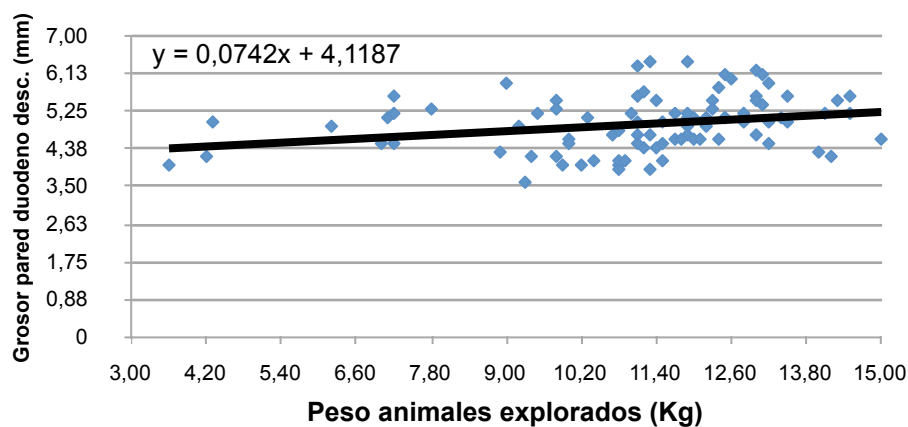
Gráfica nº 20. Análisis de distribución de los valores del grosor de la capa muscular del píloro con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

Grosor de la pared del duodeno proximal = $0,0923 \times \text{peso (kg)} + 3,104$



Gráfica nº 21. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del duodeno proximal con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

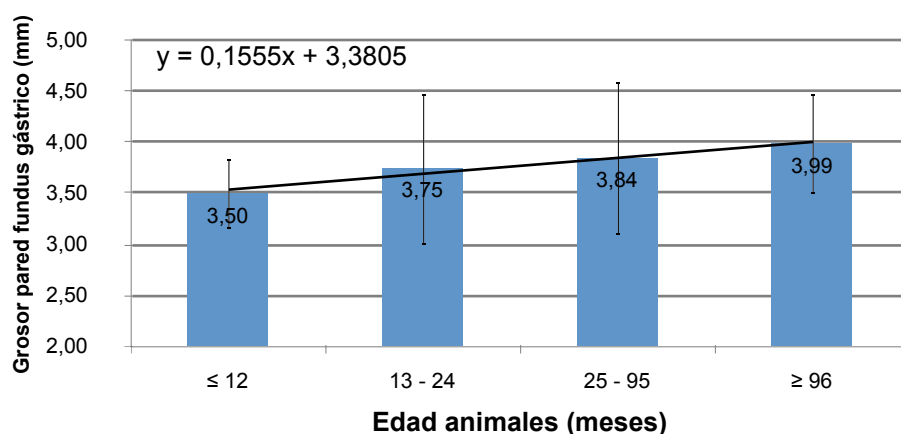
Grosor de la pared del duodeno descendente = $0,0742 \times \text{peso (kg)} + 4,119$



Gráfica nº 22. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del duodeno descendente con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

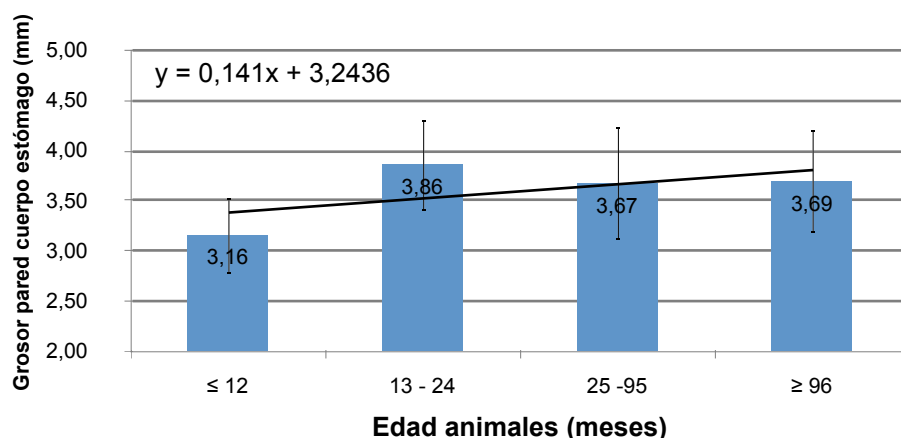
Se calculan las fórmulas de la relación lineal entre la variable edad y las diferentes regiones estudiadas (rectas de regresión obtenidas en función de cada variable numérica medida y cada región analizada) (gráficas del nº 23 al 29). Conociendo la edad del paciente, calculado en meses, se podrá calcular el grosor teórico y estimado de la pared de las diferentes estructuras estudiadas.

$$\text{Grosor de la pared del fundus gástrico} = 0,1555 \times \text{edad (meses)} + 3,380$$



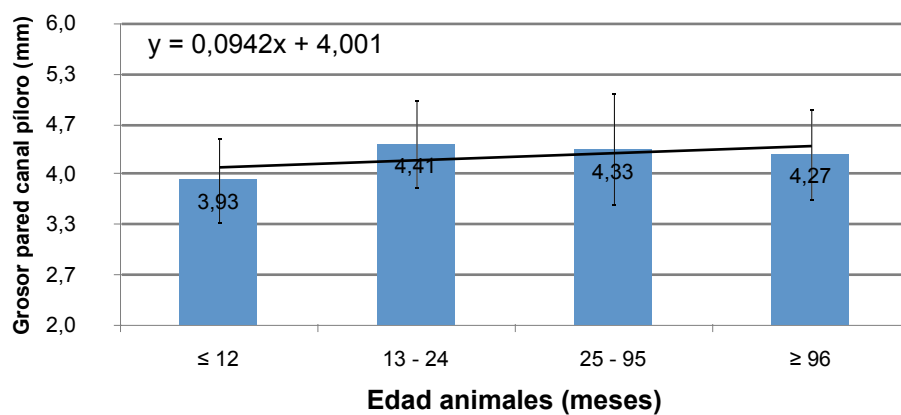
Gráfica nº 23. Análisis de la distribución de los valores del grosor de la pared del fundus gástrico con respecto a los diferentes grupos de edad establecidos de los animales y cálculo de su recta de regresión.

$$\text{Grosor de la pared del cuerpo del estómago} = 0,141 \times \text{edad (meses)} + 3,244$$



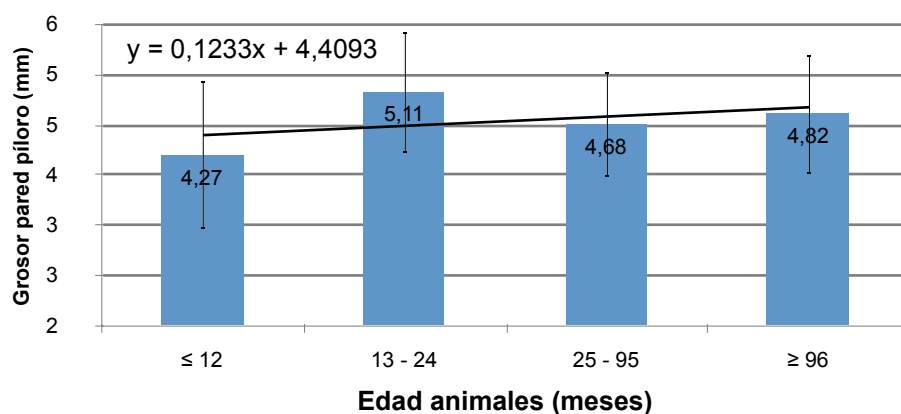
Gráfica nº 24. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del cuerpo del estómago con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

Grosor de la pared del canal pilórico = $0,0942 \times \text{edad (meses)} + 4,001$



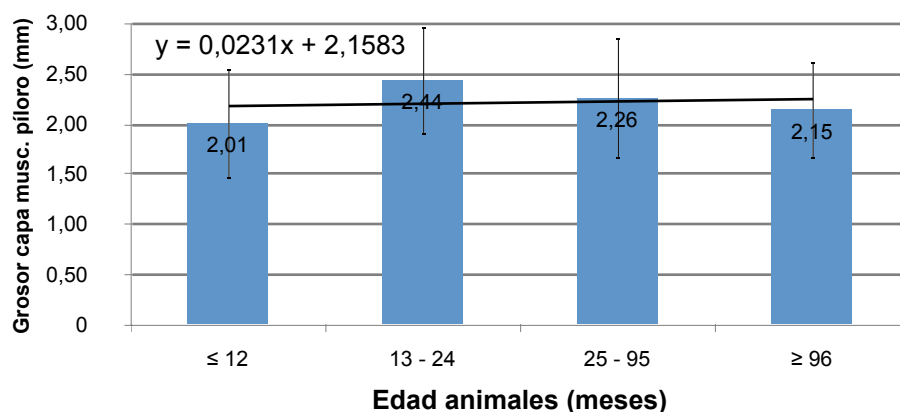
Gráfica n° 25. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del canal del píloro con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

Grosor de la pared del píloro = $0,1233 \times \text{edad (meses)} + 4,4093$
--



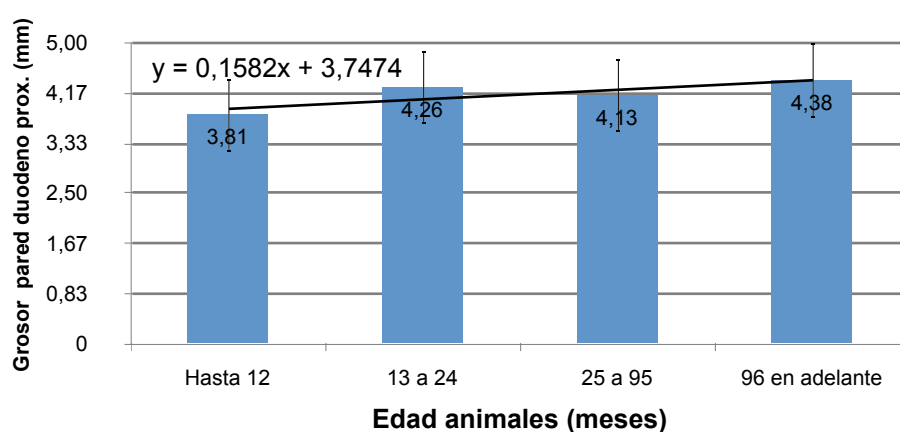
Gráfica n° 26. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del píloro con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

Grosor de la capa muscular del píloro = $0,0231 \times \text{peso (kg)} + 2,1583$



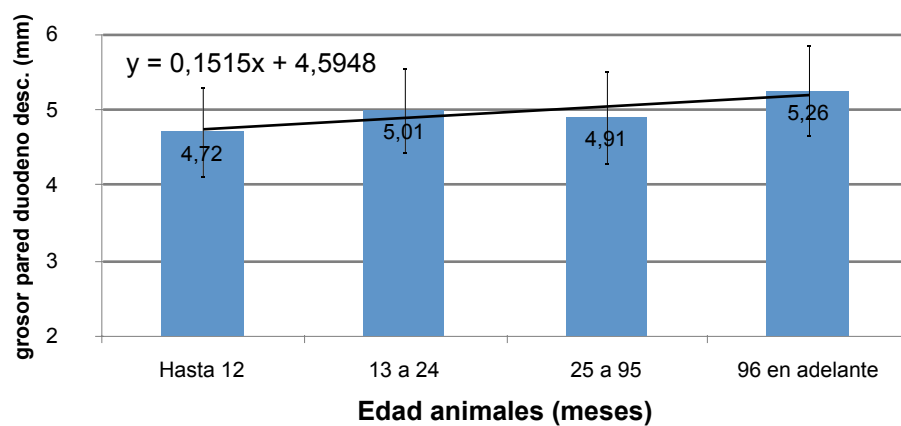
Gráfica nº 27. Análisis de distribución de los valores del grosor de la capa muscular del píloro con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

Grosor de la pared del duodeno proximal = $0,1582 \times \text{edad (meses)} + 3,7474$



Gráfica nº 28. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del duodeno proximal con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

Grosor de la pared del duodeno descendente = $0,1515 \times \text{edad (meses)} + 4,5948$



Gráfica nº 29. Análisis de distribución de los valores del grosor de la pared del duodeno descendente con respecto a la variable del peso de los animales y cálculo de su recta de regresión.

8.4 Resultados cuantitativos en fase postprandial

El estudio se completa con el análisis y comparación de las medidas del grosor de los diferentes puntos de control del estómago y duodeno de 16 pacientes explorados en periodo de ayuno y fase postprandial, tras la ingesta de pienso estrusionado (10 gr/kg peso. Royal Canin Breed. Bulldog 24. Adult. Madrid. España), el estudio en fase postprandial se realizó transcurrido una hora de la ingesta del alimento. Todos los animales incluidos en este apartado también formaron parte del grupo general de 96 pacientes estudiados únicamente en fase de ayuno.

Los valores obtenidos en los 16 pacientes en periodo de ayuno y fase postprandial son reflejados a continuación (tabla nº 39) reflejando las medidas del grosor de la pared del fundus gástrico, cuerpo de estómago, canal pilórico, píloro, capa muscular del píloro, duodeno proximal y duodeno descendente en periodo de ayuno y en fase postprandial, para posteriormente realizar el análisis estadístico correspondiente (tablas del nº 40 al 46) y su comparación (gráfica nº 30).

nº	Ayuno/ Postpr.	Edad (meses)	Sexo	Peso (kg)	Fundus (mm)	Cuerpo (mm)	Canal P. (mm)	Musc. P. (mm)	Píloro (mm)	D. prox. (mm)	D. desc. (mm)
06.	A	7	H	7,8	4,2	3,6	3,2	2,5	4	3,4	5,3
06.	P	7	H	7,8	2,7	2,9	2,6	1,5	3	3,2	4,8
07.	A	7	H	9,4	3,4	3,1	4,1	1,7	4,4	3,7	4,2
07.	P	7	H	9,4	3,3	2,7	3,7	1,4	4	3,8	5,2
08.	A	8	H	7,2	3,8	3,3	3,6	2,9	4,9	3,9	4,5
08.	P	8	H	7,2	2	2,4	3	1,8	3,8	3,2	4,4
20.	A	24	H	11	4,8	4,4	4,2	2,5	4,8	4,1	5,2
20.	P	24	H	11	2,8	3,7	4,3	1,8	4	3,8	4,2
22.	A	24	M	14,5	3,9	3,4	3,6	2,9	4,9	4,7	5,6
22.	P	24	M	14,5	3	4,5	3,7	3	5,8	3,8	6,3
29.	A	24	M	12,5	3,7	4,1	4,9	3,2	6	5,2	6
29.	P	24	M	12,5	3,2	4,5	2,9	2,9	5,4	4,8	4,9
34.	A	36	H	11,5	3,6	2,9	4,7	2,1	4,5	4,8	4,5
34.	P	36	H	11,5	2,2	3,3	4,4	2	4,6	4,1	4,7
46.	A	36	H	10,3	5,6	4,4	5,1	2,7	4,7	3,1	5,1
46.	P	36	H	10,3	3,9	3,2	4,6	2,6	4,4	3,1	4,4
59.	A	60	H	12	3,9	3,3	3,4	2,3	4,9	3,2	5,1
59.	P	60	H	12	3,2	3,1	3,4	1,7	3,6	3,6	4,5
60.	A	60	H	6,2	3,1	3,6	4,8	2,8	5,8	3,3	4,9
60.	P	60	H	6,2	2,1	2,1	4,2	1,6	3,5	2,5	3,2
62.	A	60	M	15	4,9	4,1	3	3,3	5,1	3,1	4,6
62.	P	60	M	15	2,8	3	3,9	2	6	3,3	3,7
67.	A	72	M	14,3	4,3	3,7	4,9	2,1	5	4,3	5,5
67.	P	72	M	14,3	4,1	3,3	3,9	2,8	5,8	4,3	4,5
68.	A	72	H	14,5	5,8	3,8	3,7	2,2	5,4	4,5	5,2
68.	P	72	H	14,5	2,9	2	3,9	2,6	4,6	3,8	4,4
72.	A	72	H	11,1	3,7	4,4	4,1	2,2	4,7	4,8	6,3
72.	P	72	H	11,1	3,2	2,9	3,4	1,6	3,8	4,1	4,3
81.	A	96	H	11,3	4,7	3,6	4,3	2,6	5	4,7	6,4
81.	P	96	H	11,3	2,4	3,1	3,7	2,7	5,5	3,5	4,9
88.	A	108	H	13	4,4	3,4	3,7	2,3	6,5	4,3	6,2
88.	P	108	H	13	3,8	3,2	3,4	2,2	4,8	3,9	5,3

Tabla nº 39. Pacientes incluidos en el estudio del grosor de las diferentes regiones estudiadas en fase de ayuno (A) y postprandial (P). Medidas expresadas en milímetros. M: macho. H: hembra. Edad expresada en meses. Peso expresado en kilogramos.

8.4.1. Análisis de resultados ayuno / postprandial.

Los resultados obtenidos son analizados y comparados en todas las regiones estudiadas (tablas del nº 40 al 46) en los 16 pacientes incluidos y se realiza estudio estadístico mediante el método de la *t de Student*.

t-test			
Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Fundus Pre	16	4,237	0,761
Fundus Pos	16	2,975	0,624
Diferencia 1,262			
t = 5,128 con 30 Grados de libertad. (P <0,001)			
Intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias: 0,760 a 1,765			
Las diferencias en los valores de media entre los grupos son mayores de lo esperado por azar. Existe una diferencia estadísticamente significativa (P = <0,001).			

Tabla nº 40. Análisis estadístico de la relación del grosor de la pared del fundus gástrico en fase de ayuno y postprandial.

t-test			
Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Cuerpo Pre	16	3,694	0,471
Cuerpo Pos	16	3,119	0,699
Diferencia 0,575			
t = 2,729 con 30 Grados de libertad. (P = 0,011)			
Intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias: 0,145 a 1,005			
Las diferencias en los valores de media entre los grupos son mayores de lo esperado por azar. Existe una diferencia estadísticamente significativa (P = 0,011).			

Tabla nº 41. Análisis estadístico de la relación del grosor de la pared del cuerpo del estómago en fase de ayuno y postprandial.

t-test

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Canal P. Pre	16	4,081	0,659
Canal P. Pos	16	3,688	0,556

Diferencia 0,394

$t = 1,827$ con 30 Grados de libertad. ($P = 0,078$)

Intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias: -0,0463 a 0,834

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ($P = 0,078$).

Tabla nº 42. Análisis estadístico de la relación del grosor de la pared del canal pilórico en fase de ayuno y postprandial.

t-test

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Muscular píloro Pre	16	2,519	0,432
Muscular píloro Pos	16	2,138	0,548

Diferencia 0,381

$t = 2,186$ con 30 Grados de libertad. ($P = 0,037$)

Intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias: 0,0250 a 0,737

Las diferencias en los valores de media entre los grupos son mayores de lo esperado por azar. Existe una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0,037$).

Tabla nº 43. Análisis estadístico de la relación del grosor de la capa muscular del píloro en fase de ayuno y postprandial.

Test Mann-Whitney

Grupo	N	Mediana	25%	75%
Píloro Pre	16	4,900	4,700	5,325
Píloro Pos	16	4,500	3,800	5,475

Mann-Whitney U Estadístico= 81,000

T = 311,000 n (pequeña)= 16 n (grande)= 16 (P = 0,079)

La diferencia en los valores de mediana entre los dos grupos no es lo suficientemente grande como para descartar la variabilidad de muestreo por azar. No existe diferencia estadísticamente significativa (P = 0,079)

t-test

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Píloro Pre	16	5,037	0,627
Píloro Pos	16	4,537	0,934

Tabla nº 44. Análisis estadístico de la relación del grosor de la pared del píloro en fase de ayuno y postprandial.

t-test

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Duod. prox Pre	16	4,069	0,696
Duod. prox Pos	16	3,675	0,546

Diferencia 0,394

t = 1,780 con 30 Grados de libertad. (P = 0,085)

Intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias: -0,0580 a 0,846

La diferencia en los valores de media de los dos grupos no es suficientemente grande como para descartar la posibilidad de que la misma sea debida a la variabilidad por azar. No hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (P = 0,085).

Tabla nº 45. Análisis estadístico de la relación del grosor de la pared del duodeno proximal en fase de ayuno y postprandial.

t-test

Nombre del grupo	N	Media	Desv. estándar
Duod. desc. Pre	16	5,287	0,677
Duod. desc. Pos	16	4,606	0,689

Diferencia 0,681

t = 2,820 con 30 Grados de libertad. (P = 0,008)

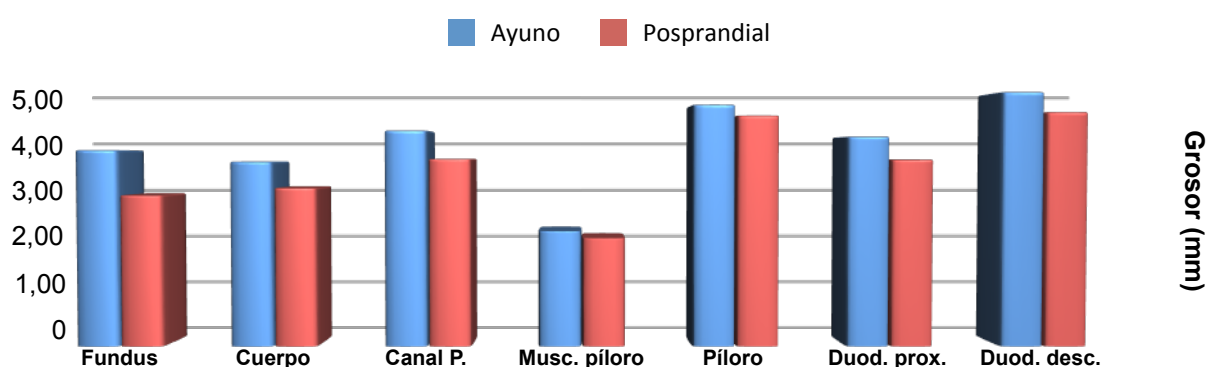
Intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias: 0,188 a 1,175

Las diferencias en los valores de media entre los grupos son mayores de lo esperado por azar. Existe una diferencia estadísticamente significativa (P = 0,008).

Tabla nº 46. Análisis estadístico de la relación del grosor de la pared del duodeno descendente en fase de ayuno y postprandial.

Los resultados permiten establecer una diferencia estadística significativa entre la fase de ayuno y postprandial en los puntos de medición del grosor del fundus gástrico, cuerpo gástrico, muscular de píloro y duodeno descendente.

Se representan los valores del grosor de las diferentes regiones medidas en fase de ayuno como postprandial para su adecuada interpretación (gráfica nº 30).



Gráfica nº 30. Representación de los valores de las medidas del grosor de las diferentes regiones medidas en los grupos en fase de ayuno y postprandial.

A la vista de los resultados obtenidos se proponen unos valores fisiológicos promedios, con su margen de confianza correspondiente, para el grosor de las

diferentes porciones del estómago, capa muscular del píloro, duodeno proximal y descendente en perros Bulldog Francés en fase postprandial (tabla nº 47).

ZONA DE ESTUDIO	GROSOR PROMEDIO FASE AYUNO (mm)	GROSOR PROMEDIO FASE POSTPRANDIAL (mm)
Fundus del estómago	4,2 ± 0,5	3,0 ± 0,6
Cuerpo del estómago	3,7 ± 0,5	3,1 ± 0,7
Canal pilórico	4,1 ± 0,7	3,7 ± 0,6
Píloro	5,0 ± 0,6	4,5 ± 0,9
Muscular del píloro	2,5 ± 0,4	2,1 ± 0,5
Duodeno proximal	4,1 ± 0,7	3,7 ± 0,6
Duodeno descendente	5,2 ± 0,7	4,6 ± 0,6

Tabla nº 47. Valores medios y su intervalo de confianza obtenidos en fase de ayuno y postprandial de grosor de las regiones estudiadas en el grupo de 16 pacientes incluidos en este grupo.

Discusión

9. Discusión

Para el desarrollo de esta sección en primer lugar se discuten los apartados del material y método empleados en este estudio. Posteriormente se procede a la discusión completa de los resultados obtenidos en cada uno de los diferentes apartados desarrollados en el capítulo de resultados.

9.1. Discusión del material y método

9.1.1. Discusión del material

La revisión bibliográfica realizada con anterioridad muestra un escaso número de artículos de investigación sobre el patrón ecográfico y grosor de la pared del estómago y duodeno en el perro. El artículo más extenso, por la población estudiada, hace una revisión de 231 perros (Delaney y col., 2003). En este trabajo todos los pacientes incluidos no tenían evidencia clínica de patología digestiva, ni hallazgos patológico en la ecografía realizada. Sólo se obtuvieron datos del grosor de la pared del duodeno y yeyuno.

Otro estudio fue realizado sobre 12 pacientes (Penninck y col., 1989) agrupados en tres grupos de 4 animales cada uno (grupo control de perros de raza Beagle, grupo de perros entre 4 y 6 kg y grupo de 32 a 54 kg de peso). En el mismo se hicieron controles de medición del grosor de la pared del estómago, duodeno, intestino delgado y colon. Al grupo control, formado por los 4 perros de raza Beagle, se les realizó un estudio ecográfico a las 13, 27 y 40 semanas de vida. Este estudio, en nuestro conocimiento, es el único que recoge datos del grosor de la pared digestiva en los mismos individuos a diferente edad, incluyendo a todos los individuos de la misma raza, aunque el número de animales incluidos en la muestra sea muy escaso.

Por último, Agut y colaboradores (1996) estudiaron la unión gastroduodenal en 20 perros mestizos clínicamente normales divididos en dos grupos (un primer grupo de 15 animales eutanasiados y estudiados en baño de órganos y un grupo control de 5 animales de peso homogéneo $10,5 \pm 1,0$ kg, anestesiados, al que se realizó una exploración ecográfica previa a su eutanasia y estudio de baño de órganos). En este trabajo se midió el espesor de la pared de las diferentes porciones de la unión gastroduodenal: del canal pilórico, antro pilórico, píloro (incluyendo el grosor de la capa muscular) duodeno proximal y duodeno descendente.

En nuestro estudio se incluyen un total de 93 perros de una única raza (Bulldog Francés) con unos criterios de selección estrictos (excluyendo aquellos animales con evidencia de patología gastrointestinal o con algún tipo de tratamiento médico en los 3 meses anteriores al examen) a los que se realizó la exploración ecográfica con el único objetivo de recopilar los datos necesarios para completar la fase de estudio de este trabajo. Todos los animales fueron examinados por un único explorador.

En cuanto al estudio de la población, el test de normalidad presentaba una distribución normal, incluidas las variables y medidas obtenidas. Ninguno de los artículos referidos anteriormente exponen el análisis de normalidad de su población. Esto puede ser debido al escaso número de pacientes incluidos en el estudio o, en el trabajo que recoge un grupo más numeroso (Delaney y col., 2003), por la gran variedad de tamaños y razas que incluyeron en la muestra.

El presente estudio recoge una población con un número elevado de individuos para una muestra estadística representativa. Incluye los datos referentes a una única raza (criterio de selección principal), lo que minimiza las variaciones individuales en cuanto a tamaño y peso. Es el único estudio, según la bibliografía revisada, que considera una única raza canina para analizar y estandarizar el grosor de la pared del estómago y duodeno del perro (excepción hecha del nombrado trabajo anterior con un grupo control de 4 perros de la raza Beagle).

Los 93 perros de raza Bulldog Francés incluidos en este estudio presentaban las siguientes características relevantes:

- 40 machos y 53 hembras.
- Peso medio de $11,160 \pm 2,2$ kg (11,700 kg los machos y 10,800 kg las hembras), con un peso mínimo de 3,600 kg y máximo de 15,000 Kg.
- La edad media del estudio fue de 50 meses, el perro más joven tenía 2 meses y el mayor 144 meses.

Además se incluyeron 16 animales de este grupo general en el estudio denominado ayuno / postprandial. Estos, por tanto, fueron explorados en dos ocasiones diferentes y en el mismo día. Tras la exploración inicial en condiciones de ayuno, se procedió a alimentar al individuo, repitiéndose el examen a los 60 minutos de la ingesta.

El equipamiento utilizado para la realización de todos los estudios revisados fue muy similar, ecógrafos de gama alta con transductores de frecuencias medias y altas. Las sondas utilizadas incluyen un transductor lineal de alta frecuencia (que oscilan entre los 7,5 a 12 MHZ) para el estudio de la estructura de la pared y aquellas partes más pequeñas y otra sonda convexa o microconvexa de frecuencias intermedias (comprendidas entre los 5 a 8 MHz) para la visualización de estructuras de mayor tamaño y más profundas. Este apartado (equipos y transductores) es considerado por el autor el más homogéneo.

Debe contemplarse que los primeros estudios que se reflejarán en esta discusión datan del año 1989. Las mejoras y evolución de los equipos en este periodo de tiempo han sido muy rápidas y la definición y calidad de las imágenes ha permitido una mejor resolución de las estructuras, aún utilizando sondas de frecuencias similares.

9.1.2. Discusión del método

9.1.2.1. Discusión de las condiciones previas y preparación del paciente

A todos los pacientes se le requirió un periodo de ayuno de sólidos previo al examen de entre 8 a 12 horas de sólidos y de 2 horas de líquidos. Estas condiciones fueron también homogéneas en todos los estudios revisados. Únicamente un estudio (Agut y col., 1996) señalan, para su grupo control, que se realizó un sondaje nasogástrico previo para evacuar el gas de la luz del estómago y la inyección posterior, a través de esta misma sonda, de una solución de cloruro sódico (10 ml/kg). La introducción de líquido en el estómago también ha sido señalada por otros autores como adecuada para el estudio del estómago (Poulsen y col., 2000; Liste, 2000). Con el periodo de ayuno indicado se consiguió explorar a los pacientes con el estómago vacío o con una pequeña cantidad de alimento residual ya transformado en papilla gástrica (quimo), que no interfirió en la obtención de imágenes ecográficas de la región del estómago y duodeno.

Los 93 perros incluidos fueron explorados sin sedación y/o anestesia. Varios fueron los factores que determinaron este protocolo:

- Al incluir dos grupos (ayuno / postprandial) se requería de la ingesta voluntaria del alimento por parte del individuo antes de la siguiente exploración y, toda la población estudiada, debía ser sometida al examen en las mismas condiciones y con el mismo protocolo.
- Este trabajo y sus resultados pretenden ser una referencia útil en el campo clínico y, por tanto, debe intentar reproducir el protocolo de exploración más común en la práctica clínica diaria, que no incluye la sedación y/o anestesia de los pacientes para realizar una exploración ecográfica abdominal rutinaria.

La colaboración de los animales fue óptima y debe señalarse que no se excluyó ningún animal del estudio por problemas de conducta o intolerancia a la manipulación durante el examen ecográfico. Todos los pacientes se mostraron colaboradores y permitieron la exploración ecográfica abdominal sin ninguna incidencia y, como se ha indicado anteriormente, sin necesidad de proceder a su sedación. Crear una situación de confort para el paciente durante el desarrollo de la exploración fue prioritario (se utilizó un colchón posicionador, los propietarios estuvieron presentes en las exploraciones y se realizó un descanso entre la preparación - rasurado y limpieza de la piel - y la exploración ecográfica).

En el trabajo de Agut y colaboradores (1996) realizado con 20 pacientes, incluía 5 perros anestesiados a los que, tras la realización de la ecografía, se procedió a su eutanasia para, posteriormente, contrastar los datos con los obtenidos en el baño de órganos. De los otros 15 pacientes únicamente se reflejaron los datos obtenidos del baño de órganos, no siendo explorados previamente *in vivo*. El resto de estudios revisados se realizaron con los pacientes sin someterse a sedación o anestesia siendo, por tanto, las condiciones de estudio similares a las de nuestro trabajo.

La preparación del campo de exploración de los pacientes fue similar en todos los estudios, incluyendo el rasurado, limpieza y aplicación del gel acústico.

9.1.2.2. Discusión del establecimiento de los puntos de medición

La elección de los puntos de medición del grosor de la pared del estómago y duodeno ha sido establecido atendiendo a los criterios descritos anteriormente en la bibliografía existente, para así poder obtener resultados que pudiesen ser discutidos.

Estos puntos de medición fueron analizados individualmente. Se concluyó que todos ellos eran reconocibles y podían ser reproducidos en un examen ecográfico rutinario de la cavidad abdominal del perro.

Se incluyeron en el presente estudio todos los puntos de medición del grosor de la pared del estómago y del duodeno descritos en todas las publicaciones revisadas (Penninck y col., 1989; Frisch y Greewing, 1996; Agut y col., 1996; Lorient y col., 1997; Poulsen y col., 2000; Nyland y Mattoon, 2002; Delaney y col., 2003; Frame, 2006; Penninck y d'Anjou, 2015; Seiler y Maï, 2009), pudiéndose por tanto confrontar los resultados de forma general con todas ellas.

El presente trabajo aborda el estudio del grosor de la mayor parte de las diferentes porciones del estómago y del duodeno hasta su límite con su curvatura caudal. No se han encontrado estudios de referencia del grosor de la pared de la región cardial del estómago o de la porción abdominal esofágica, esta propuesta deberá ser recogida por otros investigadores para realizar próximas publicaciones.

9.1.2.3. Discusión del método de exploración

El protocolo de exploración seguido en los perros de este estudio fue adaptado del establecido en la bibliografía (Nyland y Mattoon, 2002; Frame, 2006). Este viene determinado por la obtención de ventanas acústicas adecuadas para la visualización óptima de las diferentes porciones del tubo digestivo que, a su vez, estará influenciado por la presencia de gas, líquido o restos alimenticios en la luz digestiva. Dos son las principales particularidades que presenta la exploración ecográfica del estómago y duodeno: el estómago es una víscera voluminosa y hueca y la unión gastroduodenal presenta una localización craneal en el abdomen.

Respecto a la primera observación, el estómago es una víscera voluminosa y hueca, consecuentemente la luz del estómago presenta cantidad variable de gas y contenido en su interior. Para minimizar el efecto que produce durante el examen ecográfico, se indica por todos los autores la conveniencia de la exploración en condiciones de ayuno del animal (Thrall, 2012), su sondaje para eliminar el exceso de gas (Nyland y Mattoon, 2002) y la introducción de líquidos mediante sonda nasogástrica (Poulsen y col., 2000; Liste, 2000).

Atendiendo a la variación en la posición del paciente durante la exploración se recomienda, por la mayoría de los autores revisados, comenzar la exploración con el perro en decúbito dorsal y una aproximación a través del abdomen ventral. Una vez explorado en su posición estándar, completar el estudio con el paciente en estación (Poulsen y col., 2000) o en un abordaje lateral con el paciente posicionado en decúbito lateral (Mannion 2006). Nyland y Mattoon (2002) hacen referencia expresa a la conveniencia de explorar el cuerpo de estómago y píloro en estación como abordaje más adecuado, aunque los autores indican la dependencia de la conformación del animal, así como del grado de distensión del estómago. También advierten que la parte proximal del duodeno solo puede ser explorada satisfactoriamente en un abordaje intercostal. Sobre este aspecto coinciden otros autores (Penninck y col., 1990) que complementa la exploración en decúbito lateral derecho para la exploración del píloro y duodeno, indicando que estos abordajes están condicionados por la conformación del paciente, la distensión y contenido gástrico y la colaboración/confort del paciente durante el examen ecográfico.

La segunda particularidad indicada se refiere a la posición craneal del duodeno proximal y unión gastroduodenal, que condicionan su evaluación ecográfica más satisfactoria. Las referencias respecto al abordaje de esta región también son múltiples pero la tendencia actual para la exploración óptima del duodeno proximal y unión gastroduodenal es realizar un abordaje intercostal derecho (Agut y col., 1996; Nyland y Mattoon, 2002; García Real y Diez Bru, 2005) aunque de nuevo se hace constar la variación dependiendo de la conformación del paciente. El protocolo de exploración para el estudio del grosor del duodeno y yeyuno (Delaney y col., 2003) describe únicamente la exploración con los perros posicionados en decúbito lateral, derecho para la exploración del yeyuno e izquierdo para la exploración del duodeno.

El protocolo de exploración seguido en este estudio utilizó únicamente un abordaje a través del abdomen ventral, posicionando al animal en decúbito dorsal. La ventana intercostal lateral derecha para la exploración ecográfica de la región del píloro y duodeno proximal del perro de raza Bulldog Francés no aporta ventajas adicionales a la ventana abdominal ventral con el paciente en decúbito dorsal. Las

razones que indica el autor de esta Tesis Doctoral para utilizar el abordaje ventral de forma preferente en estos pacientes son dos: la preparación previa de los animales explorados y sus condiciones de examen y las particularidades anatómicas de la raza Bulldog Francés. Son varios los autores que refieren variaciones en el protocolo de estudio haciendo referencia a la conformación del paciente. Así, en animales de pecho profundo se aprecia que la ventana intercostal derecha, debido a la situación más dorsal y craneal de la unión gastroduodenal y la sombra que produce el gas en el estómago, es la más adecuada para la exploración del píloro y duodeno proximal (Bradley, 2009). Otros autores (Nyland y Mattoon, 2002) también señala las particularidades morfológicas de diferentes razas como factor determinante para establecer uno u otro protocolo de estudio. El abordaje intercostal derecho de la región del píloro y duodeno proximal puede presentar dificultades para obtener imágenes con precisión de la unión gastroduodenal (Agut y col., 1996).

Los perros de raza braquicéfala, entre los que se incluye la raza Bulldog Francés, presentan múltiples alteraciones anatómicas y funcionales (entre las que cabe señalar una mayor predisposición a estenosis muscular pilórica, hernias de hiato, atonía de cardias o esófago redundante (García-Sancho y col., 2011). Dentro de las particularidades anatómicas hay que señalar que son pacientes de tórax ancho y poco profundo, en el que la silueta hepática únicamente está protegida por los 2-3 últimos espacios intercostales. Como consecuencia hay un desplazamiento caudal del estómago que adquiere una posición abdominal (no intratorácica) y, por tanto, de la unión gastroduodenal y del duodeno proximal, que se encontrarán a nivel del último espacio intercostal y más comúnmente sobre el borde de la última costilla. El eje largo del estómago en una vista ventrodorsal es a menudo perpendicular a la columna vertebral y el estómago tiene una orientación transversal en la cavidad abdominal. En su vista lateral el eje gástrico (línea imaginaria que, originándose en el fundus, atraviesa el cuerpo del estómago y píloro) muestra variaciones en las razas de tórax ancho; el estómago aparece más globoso con su borde caudal más convexo y con su eje más oblicuo (respecto a la columna vertebral) y paralelo al par de la 10ª costilla (Seiler y Maï, 2009). Esa situación facilitará la exploración ecográfica a través de una aproximación abdominal ventral y

la obtención de imágenes más adecuadas. Por otro lado, al presentar una caja torácica más ancha, el píloro presenta una posición más medial por lo que puede no estar en contacto con la pared abdominal del paracondrio derecho, esto interfiere de forma negativa en la exploración ecográfica por una ventana intercostal lateral derecha, ya que la presión que habrá que ejercer con el transductor en ese espacio intercostal será mayor y peor tolerada por el paciente.

La estandarización de las condiciones previas requeridas al examen ecográfico, así como la preparación del paciente y el establecimiento de los puntos de medición del grosor de la pared, facilitará la obtención de unos datos objetivos con un rango de confianza estrecho y, por tanto, utilizables de forma rutinaria en la práctica clínica, con el fin de establecer aquellas situaciones dentro de la normalidad o consideradas patológicas.

9.2 Discusión de la imagen ecográfica del estómago y del duodeno

El patrón ecográfico de la pared del estómago y duodeno del Bulldog Francés y su disposición característica en capas estratificadas no presenta diferencias entre lo observado en el presente estudio y el descrito en el perro (Penninck y col., 1989; Delaney y col., 2003) y en humanos (Machi y col., 1986; Williams y col., 1990).

Es muy escasa la bibliografía que describe en detalle el patrón ecográfico de los diferentes segmentos digestivos y más concretamente del estómago, unión gastroduodenal (Agut y col., 1996) y duodeno. Otros autores reconocen determinados segmentos, como el duodeno proximal, no por sus características ecográficas sino por las anatómicas, debidas a su proximidad al píloro (Nyland y Mattoon, 2002) o el cardias en la unión gastroesofágica (Seiler y Maï, 2009). Toda la bibliografía consultada aporta datos referentes al grosor de la pared del estómago e intestino delgado y señala la estratificación característica en 5 capas anteriormente ya descrita. Agut y colaboradores (1996), hacen una descripción detallada del patrón ecográfico de la unión gastroduodenal. Consecuentemente, la discusión de ese apartado principalmente se referirá a él. En el citado artículo se describe el patrón ecográfico del duodeno proximal y se hacen algunas diferencias en el patrón ecográfico de su estudio *in vivo* (en el que solo se diferencian tres capas) e *in vitro* (en el que son descritas cuatro bandas). Se señala también que estas diferencias pueden ser debidas a la calidad del transductor utilizado para el estudio de baño de órganos *in vitro*, que fue de frecuencia superior.

En este estudio se visualizó de forma óptima la pared del estómago y del duodeno y particularmente la unión gastroduodenal (canal pilórico, píloro y duodeno proximal) identificando sus capas y siendo estas caracterizadas ecográficamente.

Se reconocen particularidades relevantes de la región del duodeno proximal respecto al segmento anterior (píloro) y posterior (duodeno), que no han sido

descritas anteriormente. Estas se refieren a que en este segmento intestinal, aunque se mantiene la estratificación en cinco capas, la fase más prominente corresponde a la capa submucosa, que se representa como una capa hiperecoica que mantiene un grosor superior al resto de las capas (figuras nº 43 y 44). Esta característica hace reconocible el duodeno descendente en su porción más proximal e indica su proximidad al píloro.

La prominencia de la capa submucosa del duodeno proximal es reconocible como una característica particular de este segmento; manteniendo una capa mucosa fina y regular con un límite menos definido con la submucosa y una muscular mas externa también de menor grosor (figuras nº 43 y 44).

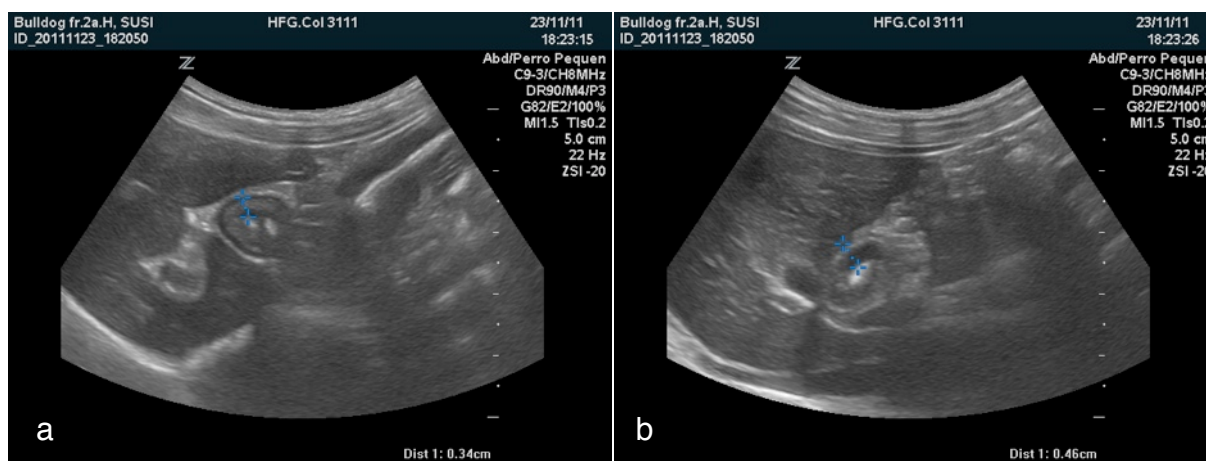


Figura nº 43. Imágenes pertenecientes al paciente nº 28. **(a)** imagen en un corte transversal del duodeno proximal. **(b)** imagen de un corte transversal del duodeno descendente próximo a la curvatura craneal. Obsérvese las diferencias en las capas que definen su pared, submucosa más gruesa en el duodeno proximal y mucosa mejor definida en el duodeno descendente. Imágenes obtenidas con sonda convexa frecuencias medias CH8MHz.

La progresión del duodeno proximal hacia el píloro evidencia el incremento de grosor de la capa muscular hasta alcanzar su grosor máximo en el esfínter pilórico (figura nº 46). Aunque se mantiene una capa submucosa más prominente, esta es menor que el grosor de la muscular que se presenta como la capa más gruesa. La mucosa se identifica como una capa hipoeoica fina y regular.

La progresión del duodeno proximal hacia el duodeno descendente (próximo a la curvatura craneal duodenal) permite observar fácilmente como la capa mucosa

adquiere su grosor máximo siendo la capa predominante (figura nº 44). De forma progresiva el grosor de la submucosa se reduce transformándose en una fina línea ecogénica en íntimo contacto con la mucosa. El grosor de la capa muscular se mantiene constante a lo largo del duodeno proximal y descendente, siendo una capa de grosor discreto. La capa serosa no muestra cambios relevantes entre el estómago y duodeno mostrándose como una interfase ecogénica que se confunde con el meso correspondiente.

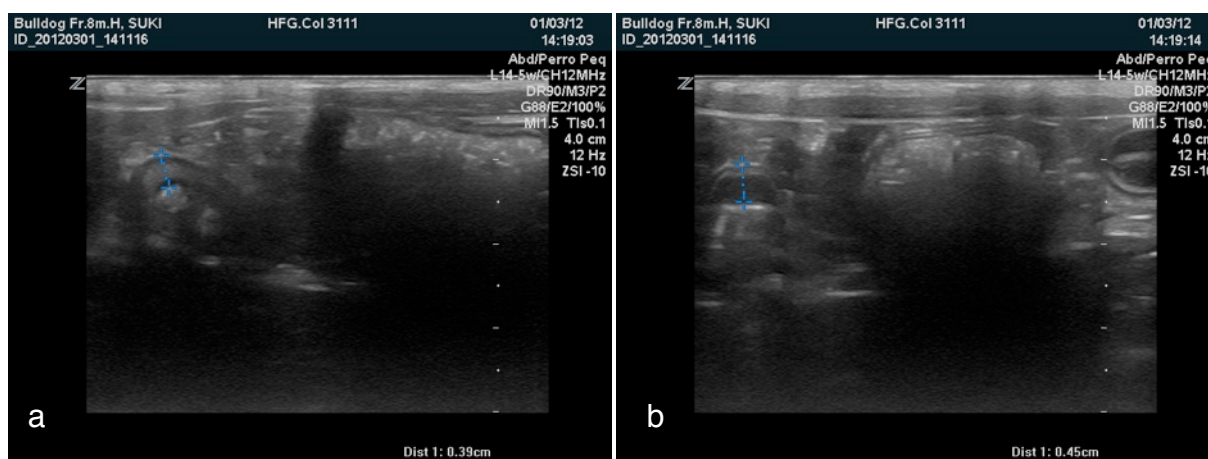


Figura nº 44: imágenes pertenecientes al paciente nº 9. **(a)** imagen en un corte transversal del duodeno proximal. **(b)** imagen de un corte transversal del duodeno descendente próximo a la curvatura craneal. Obsérvese la definición de sus capas. Imágenes obtenidas con sonda lineal frecuencias medias CH12MHz.

En nuestro estudio se utilizan transductores de frecuencias más altas que los descritos en el artículo de Agut y col. (1996). También hay que señalar que las mejoras en la calidad de imagen de los equipos entre las fechas que se han realizado ambos estudios son muy sensibles y que, por tanto, la definición de las capas de los diferentes segmentos es superior en este estudio.

Los hallazgos ecográficos del estómago y su diferenciación entre el cuerpo y fundus gástrico se refieren al grosor de su pared y la presencia de pliegues gástricos, más pronunciados en la zona del fundus que del cuerpo (Seiler y Mai, 2009). Todo ello es reflejo de las particularidades anatómicas de cada región (figura nº 45). La capa muscular y la submucosa se observan claramente definidas.

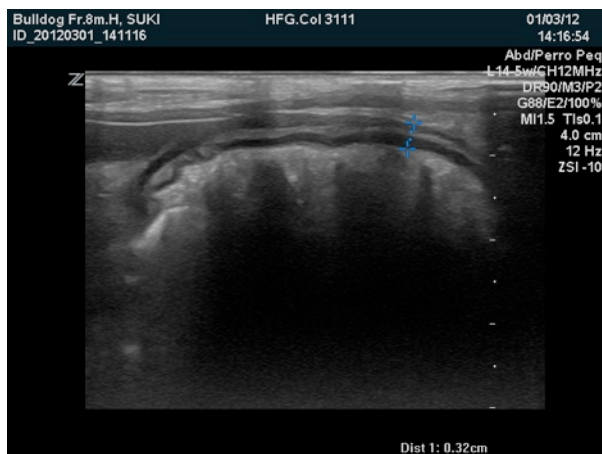


Figura nº 45. Imagen perteneciente al paciente nº 9. Corte transversal del cuerpo del estómago. Definición de capas: obsérvese el mayor grosor de las capas muscular (hipoecogénica) y submucosa (hiperecogénica) que predominan sobre la capa mucosa más interna. Imágenes obtenidas con sonda lineal y frecuencias medias CH12MHz.

El cardias se identificó en una posición central y dorsal, presentando dificultades para observarse en todos los pacientes. Esto es debido a que, en ocasiones, la presión que hay que ejercer con el transductor no es tolerada por los animales. El abordaje intercostal tampoco es adecuado para el estudio del cardias. Cuando se visualizó, se observó la disposición de un anillo muscular circular en la capa más externa y un borde muy anguloso en su cara más interna. Estos hallazgos no difieren de los ya descritos (Seiler y Mañ, 2009).

El canal pilórico y píloro presentan una estructura en capas similar a la descrita por Agut y colaboradores (1996), con un engrosamiento evidente de la capa muscular más externa y prominencia moderada de la capa ecogénica intermedia que corresponde a la submucosa. Estos autores describen un patrón más ecogénico de la parte proximal del píloro, observado también en este estudio (figura nº 46). También señalan una línea central ecogénica en la luz de la parte proximal del píloro, al parecer relacionada con un pliegue de la mucosa que sobresalía en el lumen proximal del antro. Este último hallazgo no ha sido observado en ninguno de los pacientes examinados en este estudio y se postula como una particularidad anatómica de alguno de los pacientes examinados al ser inconstante su presentación.

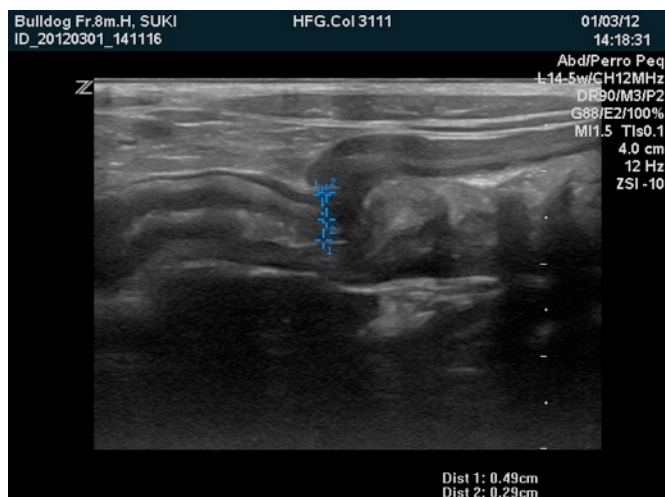


Figura nº 46. Imagen perteneciente al paciente nº 9. Imagen en un corte sagital del canal pilórico, píloro y duodeno proximal. La transición de las capas se define claramente. La capa submucosa (hiperecogénica intermedia) presenta su mayor grosor en el duodeno proximal. Los cursores miden el grosor del píloro y de la capa muscular del píloro. Imagen obtenida con sonda lineal y frecuencias medias CH12MHz.

Seiler y Maï (2009) observan una capa mucosa más ecogénica en la región del canal pilórico como un hallazgo normal. Esta condición se debe, bajo nuestro criterio, al engrosamiento de la capa submucosa y pérdida de grosor de la mucosa. Con transductores de alta frecuencia se sigue observando como una pequeña y fina línea hipoeecogénica característica.

El duodeno descendente presenta un grosor más prominente que el resto del intestino delgado (Delaney y col., 2003) (figura nº 47). En su recorrido distal pueden observarse unas pequeñas grietas en el borde antimesentérico de la capa mucosa que corresponden a las *placas de Peyer*. El duodeno descendente se observa objetivamente como un segmento intestinal de mayor grosor, tanto en su corte transversal como sagital, respecto a otros tramos del intestino delgado, con un recorrido característico paralelo a la pared abdominal derecha. La presencia de las *placas de Peyer* no es constante y es preciso, para su visualización, la utilización de transductores de alta frecuencia que permitan una óptima definición del segmento en estudio, observándose como unas pequeñas interfases ecogénicas en el borde antimesentérico de la capa mucosa (Nyland y Mattoon, 2002; Díez Bru y García Real, 2004).

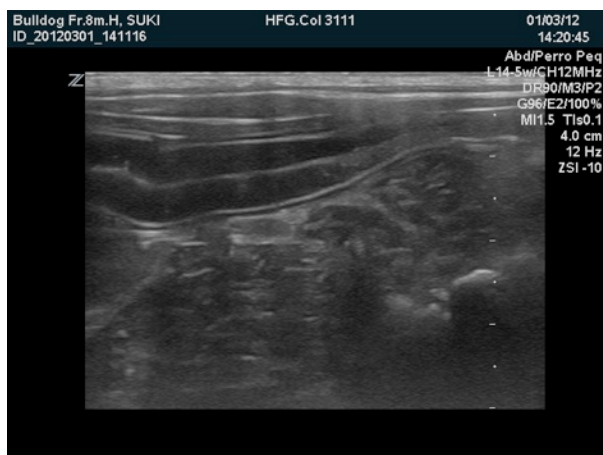


Figura nº 47. Imagen perteneciente al paciente nº 9. Corte sagital del duodeno descendente. Disposición de las capas, la capa mucosa adquiere un grosor predominante sobre el resto de capas. Imágenes obtenidas con sonda lineal frecuencias medias CH12MHz.

Los hallazgos ecográficos descritos en este trabajo del estómago y del duodeno proximal y descendente del Bulldog Francés han sido señalados y descritos detalladamente y deberían ser respaldados por estudios histológicos posteriores de cada segmento que confirmen y apoyen las cuestiones expuestas. Estudios posteriores deberán definir si esta imagen es constante en otras razas de perros. La experiencia clínica del autor postula que es común a todos los perros y que no tiene una dependencia racial, de sexo o edad, más que las derivadas de las características morfológicas particulares corporales que condicionan la visualización de estas estructuras de forma adecuada.

9.3 Discusión de los resultados cuantitativos

Los puntos de control establecidos para la medición del fundus del estómago intentan reproducir los descritos en la bibliografía aunque, para los estudios del grosor del estómago no se describen específicamente unos puntos de medición, siendo la alusión más frecuente la que los refieren entre los pliegues gástricos (Nyland y Mattoon, 2002; Poulsen y col., 2000). Se ha indicado un promedio del grosor (Fritsch y Gerwing, 1996), sin especificar en que porción de las diferentes regiones anatómicas del estómago se han realizado.

Penninck y colaboradores (1989) refieren las medidas del estómago obtenidas entre el cuerpo y antro pilórico, pero sin especificar un punto aproximado de medición. Este artículo, sin hacer una medida selectiva del estómago ni del duodeno, hace referencia a la diferencia de grosor de estas porciones dependiendo de la raza del perro (pequeña, mediana o grande) e introduce un grupo control de animales a los que repite el examen ecográfico a las 13, 27 y 40 semanas de edad, siendo la única referencia encontrada en la bibliografía que analizó la edad de los perros estudiados y su posible influencia en el grosor de la pared del estómago y duodeno.

Frame (2006) hacen referencia a la diferencia de grosor del duodeno entre los perros de peso inferior y superior a 20 kg, aunque este mismo trabajo no hace esta alusión al establecer los valores promedio de la pared del estómago.

Únicamente se han revisado dos artículos en los que se hace un estudio selectivo de diferentes partes del estómago (Agut y col., 1996) e intestino (Delaney y col., 2003). En el primero, más extenso, se hace un estudio pormenorizado de la unión gastroduodenal, haciendo mediciones en canal pilórico, píloro, muscular del píloro y duodeno proximal. El otro artículo hace mediciones del duodeno y yeyuno, independientemente, aunque tampoco hace referencia a qué porción del duodeno es medida exactamente.

La evidencia de una variación del grosor de la pared del estómago dependiendo de su grado de distensión únicamente es mencionada por tres artículos (Nyland y Mattoon, 2002; Penninck y d'Anjou, 2015; Seiler y Maï, 2009), aunque ninguno de ellos cuantifica esta diferencia. No existe ninguna referencia a los cambios de grosor del duodeno en fase postprandial.

Existen, por tanto, un número limitado de estudios que postulan sobre el grosor de la pared del tubo digestivo medido bajo control ecográfico. Los resultados propuestos por los diversos autores son variables, estableciendo unos valores de normalidad para la pared del estómago desde los 2 a los 6 mm siendo, para el duodeno, los mismos valores propuestos.

Se presentan una recopilación de los datos obtenidos en los diferentes estudios publicados (tabla nº 48). Se indica en la misma si se especifica en que segmento se ha realizado dicha medición, si se ha tenido en cuenta las variaciones en el grosor en alguna porción selectiva del estómago o duodeno (grosor selectivo) o si se ha estudiado alguna variable concreta que pudiese afectar al grosor de la pared.

Por las menciones realizadas en diferentes estudios a los pliegues de la mucosa gástrica y a la posición de los marcadores entre estos, se comprende que, el grosor de la pared del estómago, es medido comúnmente en la región del fundus gástrico, aunque este extremo no es reflejado en la bibliografía.

	Grosor estómago (mm)	Grosor selectivo	VARIABLES CONSIDERADAS	Grosor duodeno (mm)	Grosor selectivo	VARIABLES CONSIDERADAS
Penninck y col., 1989.	3,0 3,25 4,0	NO	raza pequeña raza mediana raza grande	2,7 2,7 3,0	NO	raza pequeña raza mediana raza grande
Penninck y col., 1989.	3,25 3,25 3,0	NO	13 semanas 27 semanas 40 semanas	2,75 2,5 2,75	NO	13 semanas 27 semanas 40 semanas
Nyland y Mattoon , 2002.	3 - 5	NO	NINGUNA	≤ 5	NO	perros medianos / grandes
Penninck y dAnjou 2015.	2 - 5	NO	Grado distensión Pliegues o valles	3 - 6	NO	Peso (Delaney y col., 2003)
Seiler y Maï, 2009.	3 - 5	NO	Grado distensión	< 6	NO	Ninguna
Delaney y col., 2003.	-	-	-	< 20 kg: ≤ 5,1 20-30 Kg: ≤ 5,3 > 30 kg: ≤ 6	NO	Peso
Agut y col., 1996.	4 - 5 3 - 4 3	Canal P. Píloro Musc. P.	Ninguna	2 - 3 (duodeno proximal)	SI	Ninguna
Frame, 2006.	3 - 4	NO	Ninguna	≤ 20 Kg: 4,7 > 20 kg: 5,5	NO	Peso
Loriot y col., 1997.	3 - 5	NO	Ninguna	-	-	-
Poulsen y col., 2000.	3 - 5	NO	Ninguna	2,3		Dependiendo de contractilidad
Frisch 1996.	5-6 (limite superior)	NO	Ninguna	-	-	-

Tabla nº 48. Tabla de referencia de los diferentes grosores de la pared del estómago y duodeno publicados con sus valores medios e intervalos de confianza. Se hace mención a si estos han sido realizados de forma selectiva sobre alguna de las regiones (grosor selectivo) o si se ha considerado alguna variable que pudiese afectar a los valores de referencia.

También se exponen (tabla nº 49) los resultados de las medidas del grosor y sus desviaciones estándar para las diferentes regiones estudiadas y las variables discutidas de edad y peso en perros de raza Bulldog Francés de este estudio.

	VALOR PROMEDIO POR EDAD (mm)	VALOR PROMEDIO POR PESO (mm)
FUNDUS ESTÓMAGO	3,5 ± 0,3 (≤ 12 m) 3,7 ± 0,7 (> 12 y < 24 m) 3,8 ± 0,7 (> 24 y < 96 m) 4,0 ± 0,5 (> 96 m)	3,4 ± 0,4 (3,6 - 7,5 kg) 3,8 ± 0,6 (7,6 - 11,25 kg) 3,9 ± 0,7 (> 11,25 kg)
CUERPO ESTÓMAGO	3,1 ± 0,4 (≤ 12 m) 3,8 ± 0,7 (> 12 y < 24 m) 3,7 ± 0,6 (> 24 y < 96 m) 3,7 ± 0,5 (> 96 m)	3,0 ± 0,4 (3,6 - 7,5 kg) 3,6 ± 0,5 (7,6 - 11,25 kg) 3,7 ± 0,5 (> 11,25 kg)
CANAL PILÓRICO	3,9 ± 0,6 (≤ 12 m) 4,4 ± 0,6 (> 12 y < 24 m) 4,3 ± 0,7 (> 24 y < 96 m) 4,3 ± 0,6 (> 96 m)	4,0 ± 0,6 (3,6 - 7,5 kg) 4,2 ± 0,7 (7,6 - 11,25 kg) 4,3 ± 0,7 (> 11,25 kg)
PÍLORO	4,3 ± 1,0 (≤ 12 m) 5,1 ± 0,8 (> 12 y < 24 m) 4,7 ± 0,7 (> 24 y < 96 m) 4,8 ± 0,8 (> 96 m)	4,3 ± 0,9 (3,6 - 7,5 kg) 4,4 ± 0,8 (7,6 - 11,25 kg) 4,9 ± 0,7 (> 11,25 kg)
MUSCULAR PÍLORO	2,0 ± 0,6 (≤ 12 m) 2,4 ± 0,5 (> 12 y < 24 m) 2,3 ± 0,6 (> 24 y < 96 m) 2,1 ± 0,5 (> 96 m)	2,1 ± 0,6 (3,6 - 7,5 kg) 2,0 ± 0,5 (7,6 - 11,25 kg) 2,4 ± 0,6 (> 11,25 kg)
DUODENO PROXIMAL	3,8 ± 0,6 (≤ 12 m) 4,3 ± 0,6 (> 12 y < 24 m) 4,1 ± 0,6 (> 24 y < 96 m) 4,4 ± 0,6 (> 96 m)	3,8 ± 0,6 (3,6 - 7,5 kg) 3,9 ± 0,6 (7,6 - 11,25 kg) 4,3 ± 0,6 (> 11,25 kg)
DUODENO DESCENDENTE	4,7 ± 0,6 (≤ 12 m) 5,0 ± 0,6 (> 12 y < 24 m) 4,9 ± 0,6 (> 24 y < 96 m) 5,3 ± 0,6 (> 96 m)	4,8 ± 0,5 (3,6 - 7,5 kg) 4,7 ± 0,7 (7,6 - 11,25 kg) 5,1 ± 0,6 (> 11,25 kg)

Tabla nº 49. Valores medios con los intervalos de confianza obtenidos en este estudio para las diferentes medidas de grosor de la pared del estómago, capa muscular del píloro y duodeno proximal y descendente de perros de raza Bulldog Francés para los diferentes rangos de edad y peso estudiados (m: meses; Kg: kilogramos).

9.3.1. Discusión de la relación entre las diferentes medidas obtenidas

El estudio estadístico de las medidas obtenidas para los diferentes puntos de control establece una relación entre ellas. Esta relación es estrecha y solo presenta una excepción importante. Esta es la que refleja las medidas del fundus gástrico que únicamente se relaciona con las medidas del cuerpo del estómago. Esto puede deberse a la dificultad de diferenciar claramente las capas digestivas en un estómago no distendido en la región donde los pliegues gástricos son más pronunciados y donde, al estar vacío, presenta una estructura peor definida, y con más dificultad pueden ser observados los límites de la capa serosa (más externa) y la interfase entre la mucosa y contenido digestivo (más interna).

La valoración de la porción del fundus gástrico es compleja y, en la bibliografía consultada, se recomienda el estudio del fundus gástrico tras la ingesta de líquido (voluntaria o forzada mediante sonda nasogástrica) (Nyland y Mattoon, 2002; Poulsen y col., 2000). Esto mejorará considerablemente la definición de las interfases en el fundus del estómago haciendo más fiable la medición en este segmento digestivo. Su relación con el cuerpo del estómago es clara y se postula que esta es debida a su proximidad y estrecha relación anatómica.

No obstante, hay que señalar que la distensión del estómago mediante la introducción de líquido en su luz podrá variar el grosor de la pared del estómago y fundamentalmente, como luego se discutirá, del grosor de la pared del fundus gástrico. Esta situación anulará la utilidad clínica de esta medición debido a que no se han estandarizado las cantidades de líquido introducidas en la luz del estómago, no coincidiendo en los diferentes estudios. Estas cantidades varían entre los 15 ml/kg (Penninck y col., 1989) a los 10 ml/kg (Agut y col., 1996). Este protocolo dificultará en gran medida la utilidad clínica de esta medición y su estandarización, ya que en la práctica clínica no se realizará el sondaje nasogástrico para introducir líquido en la luz del estómago. Este trabajo propone realizar esta medición del fundus gástrico con el paciente en ayunas, con un periodo mínimo de 8 horas de sólidos y 2 horas de líquido.

Las medidas del duodeno descendente muestran relación con el resto de zonas excepto con el cuerpo del estómago. No se ha encontrado un razonamiento para este dato. Puede considerarse un sesgo con la población estudiada o un dato discordante en la serie. Por tanto, debe ser contrastado y discutido con estudios posteriores que incluyan una población más extensa.

9.3.2. Discusión del análisis del factor sexo y los resultados obtenidos

Ningún autor refiere una relación estadísticamente relevante entre el grosor de la pared del tubo digestivo y el sexo del paciente. Únicamente Agut y colaboradores (1996) señalan que, de las medidas obtenidas *in vitro* en 20 perros, no observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grosor de la pared de la unión gastroduodenal y el sexo de los pacientes estudiados.

Otros autores hacen referencia al sexo como un factor neutro en el grosor de la pared digestiva (Penninck y col., 1989; Saunders y col., 1992; Delaney y col., 2003), aunque no aportan datos estadísticos que así lo respalden.

El presente estudio concluye en la misma dirección. En los resultados expuestos se puede concluir que no existe una diferencia estadísticamente relevante cuando se estudia el sexo como factor de influencia en el grosor de los diferentes puntos del fundus, cuerpo, canal pilórico, píloro, muscular del píloro, duodeno proximal y duodeno descendente.

9.3.3. Discusión del análisis del factor peso y los resultados obtenidos

Al igual que en el apartado anterior, es escasa la bibliografía que analiza el factor peso como posible variable que influya en el grosor de la pared del tubo digestivo (Delaney y col., 2003; Frame, 2006) y, los artículos, dispares respecto a las diferentes zonas examinadas. En la tabla anteriormente expuesta (tabla nº 48) se

reflejan aquellos autores que analizan el factor peso como una posible variable que influya en el grosor de la pared digestiva y los diferentes resultados obtenidos.

Referente a la unión gastroduodenal, Agut y colaboradores (1996) establecen los grosores para el canal pilórico, píloro, muscular del píloro y duodeno proximal y concluyen sin observar una relación estadísticamente significativa en relación a la edad, el sexo y el peso corporal. Los animales incluidos en ese estudio (20) presentaban un peso de $15,1 \pm 7,1$ Kg. Proponen, estos autores, unas medidas de normalidad de 4-5 mm para el canal pilórico, 3-4 mm para el píloro, 3 mm para la capa muscular del píloro 2- 3 mm para el duodeno proximal. Los valores obtenidos para canal pilórico, píloro y muscular no difieren de los establecidos en esta investigación. Sí se observan diferencias significativas con respecto al grosor del duodeno proximal que la autora establece en 2-3 mm, siendo el valor medio de este estudio de $4,1 \pm 0,7$ mm.

El estudio referido (Agut y col., 1996) propone unos valores de normalidad que son establecidos de forma general sin relacionarlos con el peso de los pacientes. Los resultados de ese estudio son extensos y pueden ser analizados en detalle y discutidos de forma detallada con los obtenidos en este trabajo. A continuación se realiza una discusión más detallada de este estudio.

Agut y colaboradores (1996) presentan en su estudio el peso medio de los pacientes analizados, describiendo un primer grupo de 15 individuos con un peso medio de $16,7 \pm 7,6$ kg y un segundo grupo de 5 individuos de $10,5 \pm 1,0$ kg. El peso medio de los pacientes incluidos en el presente estudio fue de 11,1 kg ($11,100 \pm 2$ kg). Este peso se encuentra dentro del estándar racial (FCI 2011) del Bulldog Francés. En el trabajo citado se realizan referencias a las medidas del grosor únicamente de la unión gastroduodenal (canal pilórico, píloro, muscular del píloro y duodeno proximal).

Se puede realizar una comparación entre los resultados expuestos por los autores del estudio y los obtenidos en el presente trabajo (tabla nº 50). En ese

trabajo se observa que el canal pilórico presentó un grosor dentro del rango de los 4-5 mm, en nuestro estudio se obtiene un valor para la raza Bulldog Francés en fase de ayuno de $4,2 \pm 0,7$ mm, valores que pueden considerarse similares y sin una variación significativa. El artículo analizado presenta un rango de grosor para el píloro de 3-4 mm con un rango de grosor de su capa muscular de 2-4 mm, siendo en el presente estudio el grosor obtenido en la raza Bulldog Francés para el píloro de $4,7 \pm 0,8$ mm y para la porción muscular de $2,3 \pm 0,5$. Puede evidenciarse una diferencia significativa en el grosor del píloro, y algo más similar para su capa muscular, que mantiene unos valores más próximos. El grosor del duodeno proximal en el artículo en revisión presentó valores promedio de 2-3 mm siendo en el presente estudio de $4,1 \pm 0,5$ mm, pudiéndose también observar una variación significativa. La diferencia observada en este segmento puede deberse a que en ese estudio se realizan las medidas en fase de relajación tras su distensión mediante la introducción de líquido por sonda nasogástrica.

REGIÓN	Agut y col., 1996		ESTUDIO EN BULLDOG FRANCÉS		
	<i>in vivo</i> (n=5)	<i>in vitro</i> (n=5)	Media (n=93)	> 11,250 kg (n=54)	Postprandial (n=16)
Canal pilórico (mm)	$4,8 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,5$	$4,1 \pm 0,7$	$4,3 \pm 0,7$	$3,7 \pm 0,6$
Píloro (mm)			$5,0 \pm 0,6$	$4,9 \pm 0,7$	$4,5 \pm 0,9$
Muscular del píloro (mm)	$3,0 \pm 0,4$	$1,8 \pm 0,5$	$2,5 \pm 0,4$	$2,4 \pm 0,6$	$2,1 \pm 0,5$
Duodeno proximal (mm)	$2,6 \pm 0,4$	$2,4 \pm 0,5$	$4,1 \pm 0,7$	$4,3 \pm 0,6$	$3,7 \pm 0,5$

Tabla nº 50. Exposición comparativa con resultados del estudio publicado por Agut y col. (1996) y los valores obtenidos en el presente estudio para el grupo de 96 animales, para el grupo de perros de peso superior a 11,250 kilogramos y para el grupo postprandial. (n) numero de animales de la muestra.

Con el objetivo de equilibrar los grupos que van a compararse y así igualar el peso de los grupos enfrentados (minimizando la influencia del peso sobre la muestra), se realizó una comparación de los perros Bulldog Francés del presente

estudio que pesaron más de 11,25 kg con los resultados observados en el estudio de Agut y colaboradores (1996) (que incluían un grupo de 15 individuos con un peso medio de $16,7 \pm 7,6$ kg y otro de 5 individuos de $10,5 \pm 1,0$ kg). Se observó la misma tendencia que la descrita en el apartado anterior, $4,3 \pm 0,7$ mm en canal pilórico, $4,9 \pm 0,7$ mm en píloro, muscular del píloro $2,4 \pm 0,6$ mm y duodeno proximal $4,3 \pm 0,6$ mm, con valores significativamente diferentes para el grosor del píloro y duodeno proximal (tabla nº 50).

También se realizó una comparación de los datos obtenidos por Agut y colaboradores (1996) en fase de relajación (que incluían a 5 animales vivos a los que se realizó el estudio *in vivo* anterior a su estudio en baño de órganos) con los reflejados en este trabajo en fase postprandial (formado por un grupo de 16 animales). En ambos casos los datos son obtenidos en fase de relajación, objetivo principal por el que se comparan ambos grupos. Hay que observar que estos autores no incluyen el grosor del píloro en este grupo de animales. Si se analiza en grosor del canal pilórico de ambos estudios puede observarse una mayor proximidad de las medidas (tabla nº 50) en esta situación, aunque superiores en su estudio. Los datos resultantes para el grosor de la capa muscular del píloro siguen siendo sensiblemente superiores para el estudio de Agut y colaboradores aunque, si se comparan con las medidas que obtuvieron posteriormente en la necropsia de los cadáveres pueden observarse resultados muy similares en ambos estudios. Las diferencias más acusadas se evidencian en el grosor del duodeno proximal, que siguen siendo evidentes en todos los grupos comparados en los dos trabajos.

No se han encontrado otras referencias bibliográficas respecto al grosor del duodeno proximal con los que ambos estudios puedan ser comparados, concluyéndose, por tanto, que existe una diferencia sensible en el grosor del píloro y del duodeno proximal entre el estudio realizado por Agut y colaboradores (1996) (3-4 mm píloro y 2-3 mm duodeno proximal) y la investigación realizada en perros de raza Bulldog Francés del presente trabajo ($5 \pm 0,6$ mm píloro y $4,1 \pm 0,7$ mm duodeno proximal), siendo objetivamente mayores los espesores de la pared de ambas regiones obtenidos en los perros de raza Bulldog Francés.

Delaney y colaboradores (2003) establecen la relación estadística entre el peso y el grosor del duodeno, observando según aumenta el peso del paciente un incremento significativo del grosor de la pared del duodeno, existiendo una diferencia estadísticamente relevante entre aquellos grupos de peso de 30 a 39,9 kg y menos de 20 kg y entre los grupos de más de 40 kg y de 10 a 19,9 kg. Establecen unos rangos de grosor del duodeno distribuidos por grupos de peso de un total de 231 perros de 69 razas diferentes y enunciaron que, para perros de menos de 21 kg, el grosor de la pared es igual o menor a 5,1 mm, para aquellos de 20 a 29,9 kg menor o igual a 5,5 mm y para los perros de más de 40 kg un grosor igual o menor a 6 mm.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los reflejados en el trabajo de Delaney y colaboradores. Aunque los rangos de peso no sean coincidentes, al tener una población de estudio diferente, pueden compararse aquellos grupos de pesos más similares. Sí puede observarse que los valores propuestos de normalidad para el grosor del duodeno en perros de 7,6 a 11,25 kg es de $4,7 \pm 0,7$ mm y de $5,1 \pm 0,6$ mm para los de peso entre 11,25 y 15 kg son coincidentes y se incluyen dentro de los valores de normalidad propuestos por Delaney y colaboradores (2003).

Como ya se indicó anteriormente, son escasos los estudios publicados y, sus datos, discordantes respecto al grosor del duodeno. En su artículo (Delaney y col., 2003) ya hace constar las diferencias existentes para las medidas del duodeno descendente referidas por otros autores que establecían un grosor de 2,25-3,0 mm (Penninck y col., 1989) y de 3,0-4,2 mm (Goldberg y col., 1990) en un estudio realizado con técnica de ecografía endoluminal. Aunque la única referencia al estudio ecográfico del duodeno proximal es la realizada por Agut y colaboradores (1996), los datos obtenidos para esta región son significativamente diferentes. Esto puede ser debido al menor grosor de la pared del duodeno proximal respecto al descendente, también constatado en nuestro estudio.

Los resultados propuestos del grosor de la pared del duodeno (Penninck y col., 1989) son obtenidos en la región más próxima al píloro (adyacente al píloro) por lo que puede deducirse que estas medidas fueron tomadas en el duodeno proximal, anterior a la curvatura craneal del duodeno. Esta referencia hace que sus resultados sean comparados con los obtenidos por Agut y colaboradores en la región del duodeno proximal, siendo entonces coincidentes ambos resultados.

Otra referencia al peso del paciente respecto al grosor del duodeno (Frame, 2006) ha sido publicada. Estableciendo, para perros de menos de 20 kg, un grosor del duodeno descendente de 4,7 mm y, para aquellos de más de 20 kg, de 5,5 mm. En ese trabajo no se hace referencia a la población estudiada. Se ha sugerido que se debe sospechar de un engrosamiento patológico cuando su medición es superior a los 5 mm, aunque la tendencia actual, de acuerdo con las últimas publicaciones (Penninck y d'Anjou, 2015; Seiler y Maï, 2009), aumenta su rango de normalidad hasta los 6 mm. Esta conclusión es coincidente con los rangos de normalidad propuestos en el presente trabajo que, propone unos valores de normalidad para el duodeno descendente de $5,2 \pm 0,7$ mm en perros de raza Bulldog Francés en condiciones fisiológicas en periodo de ayuno.

El análisis de los estudios del grosor de la pared del estómago y duodeno cuando se realiza un agrupamiento por pesos (individuos jóvenes de 3,6 kg a 7,5 kg, perros maduros con un peso estándar y tendencia a delgadez de 7,6 y 11,25 kg y perros con un peso estándar y tendencia sobrepeso de 11,25 a 15,0 kg) indica una relación estadística relevante del grosor del cuerpo de estómago entre los individuos jóvenes y el resto de grupos, del píloro entre los dos grupos de más peso, del duodeno proximal entre los perros del grupo de más peso y el resto y del duodeno descendente entre los dos grupos de más peso.

Todas las mediciones del grosor de la pared del estómago y duodeno obtenidos muestran una interdependencia clara con el peso de los animales y las rectas de regresión así lo reflejan. Al tratarse de una población más homogénea, en

cuanto a su peso y tamaño, sugiere que se necesiten poblaciones más extensas de muestreo para que se definan las relaciones estadísticas de forma definitiva.

Cuando se ha procedido al examen de los resultados tratando el peso del animal como una variable continua (sin ningún tipo de agrupamiento) se puede establecer una relación significativa para todos los puntos de medición a excepción del canal pilórico. Esta conclusión es relevante y vincula, para la población de perros de raza Bulldog Francés, el peso del paciente y grosor de la pared del estómago y duodeno. Los valores del canal pilórico deben de ser objeto de revisiones más profundas con una población más amplia de individuos, pero los datos reflejados muestran una correlación entre ambos factores, aunque estos no sean significativos estadísticamente.

Los resultados obtenidos en este estudio concluyen que la relación entre el grosor de la pared de las diferentes regiones del estómago y duodeno muestran una clara relación con el peso del paciente y presentan una progresión estrecha que establece un mayor grosor de la pared de las porciones estudiadas según aumenta el peso del paciente.

9.3.4. Discusión del análisis del factor edad y los resultados obtenidos

El grosor de la pared del estómago y duodeno fue analizado respecto a la edad de los animales explorados. El estudio de relación realizado entre las diferentes variables contempladas manifiesta una relación muy estrecha entre la edad y peso del paciente. Por tanto, el análisis y estudio de los resultados obtenidos, debería obtener unas conclusiones similares a las obtenidas en el estudio de la variable peso. Esta observación es analizada posteriormente.

La población estudiada fue agrupada en cuatro grupos de edad (tabla nº 51), siendo el grupo más numeroso el de animales de 24 a 96 meses en el que se incluyeron un total de 49 animales (grupo de rango de edad más extenso), 15

animales se incluyeron en el grupo de animales menores de 12 meses, el mismo número que en el grupo de 12 a 24 meses y, el último grupo, con perros de más de 95 meses constaba de 14 animales.

	≤ 12 m (n=15)	> 12 y ≤ 24 m (n=15)	> 24 y ≤ 96 m (n=49)	> 96 m (n=14)
FUNDUS GÁSTRICO	3,5 ± 0,3	3,7 ± 0,7	3,8 ± 0,7	4,0 ± 0,5
CUERPO ESTÓMAGO	3,1 ± 0,4	3,8 ± 0,7	3,7 ± 0,6	3,7 ± 0,5
CANAL PILÓRICO	3,9 ± 0,6	4,4 ± 0,6	4,3 ± 0,7	4,3 ± 0,6
PÍLORO	4,3 ± 1,0	5,1 ± 0,8	4,7 ± 0,7	4,8 ± 0,8
CAPA MUSCULAR PÍLORO	2,0 ± 0,6	2,4 ± 0,5	2,3 ± 0,6	2,1 ± 0,5
DUODENO PROXIMAL	3,8 ± 0,6	4,3 ± 0,6	4,1 ± 0,6	4,4 ± 0,6
DUODENO DESCENDENTE	4,7 ± 0,6	5,0 ± 0,6	4,9 ± 0,6	5,3 ± 0,6

Tabla nº 51. Valores medios con los intervalos de confianza obtenidos en este estudio para las diferentes medidas de grosor de la pared del estómago, capa muscular del píloro y duodeno proximal y descendente de perros de raza Bulldog Francés para los diferentes rangos peso estudiados. n (número animales de la muestra). m (meses). Medidas expresadas en milímetros.

Los resultados obtenidos mostraron una relación estadística entre el grosor de la pared del cuerpo del estómago de los animales más jóvenes (de menos de 12 meses) y el resto de animales analizados y entre el grosor del píloro de los animales de menos de 12 meses y el grupo de animales con una edad comprendida entre los 12 y 24 meses.

El grupo de edad que incluyó a los perros comprendidos entre los 12 a 24 meses mostró que en las regiones de cuerpo del estómago, canal pilórico, muscular del píloro, píloro y duodeno proximal presentaba un grosor superior al del grupo de edad inmediatamente siguiente de 25 a 95 meses. Se obtuvieron, para este grupo de edad, el mayor grosor de las medidas del grosor de la pared del cuerpo del estómago, canal pilórico, píloro y de su capa muscular (tabla nº 51).

Al igual que en el análisis de la variable peso, se procedió posteriormente a interrogar la misma relación contemplando la edad como una variable continua, no agrupada. Los resultados obtenidos permitieron establecer una relación estadísticamente significativa de fundus gástrico y del duodeno descendente con la edad del perro.

Este análisis resultó especialmente interesante por las conclusiones obtenidas y su aplicación clínica. En la práctica clínica de pequeños animales los estudios ecográficos del tubo digestivo incluyen las medidas de referencia del estómago y del duodeno y, estas, son realizadas exactamente en estas dos regiones: fundus del estómago y duodeno descendente. Este aspecto permitirá realizar unas fórmulas de regresión para establecer, con márgenes de confianza más estrechos, la medida normal de la pared del estómago y del duodeno atendiendo a la edad del paciente y así poder determinar si se encuentran dentro de la normalidad.

Hay que señalar que las medidas obtenidas en el fundus gástrico y en el duodeno descendente pueden ser realizadas de forma más sencilla por parte de profesionales con menos experiencia. Esto es debido a la menor dificultad para reconocer y reproducir cortes estandarizados de estas dos áreas. Al mismo tiempo estas regiones son más amplias que otras (como el píloro, duodeno proximal o cuerpo de estómago) y, por tanto, permiten un margen más amplio de maniobrabilidad por parte del examinador (no teniendo que realizar las medidas en un punto exacto determinado del duodeno descendente o del fundus gástrico).

Los estudios que refieren el grosor de la pared del estómago y duodeno respecto a la edad son más escasos. Únicamente Penninck y colaboradores (1989) concluyen que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el grupo de Beagles (4 perros) examinados a las 13, 27 y 40 semanas de edad (inmaduros / maduros). Los autores señalan que el número pequeño de pacientes incluidos en la muestra es un factor limitante para realizar un examen estadístico concluyente.

Se analizaron los resultados obtenidos en este artículo, y atendiendo a los pacientes incluidos en él, pudiéndose realizar algunas comparaciones con los resultados obtenidos en el presente estudio. El número de pacientes que se incluyeron en nuestro estudio y su inclusión dentro de una única raza condujo a una mejor homogeneización de los resultados, lo que permitió confirmar la relación que se establece entre la edad de los individuos y el grosor de la pared del estómago y duodeno. Los resultados obtenidos por estos autores para los animales de 40 semanas de edad de raza Beagle (tamaño mediano) con un peso medio de 8 a 12 Kg fue de 3,0 mm para la pared del estómago (en la porción entre cuerpo de estómago y canal pilórico) y de 2,7 mm en el duodeno. Esto permite establecer una comparación con el grupo de edad establecido en nuestro estudio de animales de menos de 12 meses de edad, cuyos resultados fueron en el cuerpo del estómago de $3,1 \pm 0,4$ mm y en canal pilórico de $3,9 \pm 0,6$ mm.

Los datos comparados en cachorros de menos de un año de edad parecieron ser similares en el estudio de los pacientes de raza Beagle y los de Bulldog Francés del presente estudio en el área de medición del cuerpo del estómago. El estudio del grosor del duodeno se situó en su proximidad al píloro, por lo que fue comparado con los resultados obtenidos en el duodeno proximal del mismo grupo de edad, obteniéndose unos resultados de $3,8 \pm 0,5$ mm en nuestro estudio, frente a los 2,7 mm establecidos por el autor. Así pues, pudieron observarse también diferencias significativas entre ambos grupos (Beagle 40 semanas/ Bulldog Francés de menos de 12 meses de edad).

El análisis de la edad como un factor determinante del espesor de la pared del tubo digestivo únicamente debe ser estudiado en perros de tamaño similar y / o de estándares raciales similares, consiguiendo así minimizar la influencia de otras posibles variables. El escaso número de perros incluidos en el estudio anterior (4 animales), así como los periodos de edad establecidos, no permitieron valorar una tendencia. Debe destacarse que, en ese mismo artículo, son los mismos cuatro perros los observados durante todas las fases de crecimiento juvenil, siendo un

estudio interesante que permitió evaluar los cambios en el grosor de la pared del estómago durante ese periodo de crecimiento.

Esta misma observación puede ser realizada para los resultados del presente estudio, siendo por tanto estos resultados únicamente aplicables a los perros de raza Bulldog Francés.

Únicamente se encontraron dos referencias bibliográficas que hacen alusión a la posible variación del grosor de la pared del tubo digestivo atendiendo a la raza del paciente (Penninck y col., 1989; Nyland y Mattoon, 2002).

Penninck y colaboradores (1989) únicamente mencionan la comparación entre razas de perros de tamaño pequeño, mediano y grande. El grosor de la pared del estómago mostró una posible diferencia significativa entre las diferentes razas, mostrando aquellas razas de mayor tamaño un mayor grosor de la pared. El grosor de la pared fue medido entre el cuerpo y antro pilórico. Pudo deducirse que la clasificación de las razas de este estudio atendió más a criterios de tamaño / peso que a estándares raciales, por lo que parece más acertado concluir que el criterio de selección fue por razas atendiendo a su peso corporal y no a estándares raciales.

Otra mención al grosor del duodeno (Nyland y Mattoon, 2002) señaló que en perros de razas medianas y grandes el grosor del duodeno alcanzó los 5 mm de grosor, deduciéndose por tanto, que el grosor de la pared del duodeno de las razas de perros de este tamaño fue sensiblemente mayor que el de las razas pequeñas, aunque no se encontraron referencias del autor a los animales pertenecientes a estas razas. De nuevo, la alusión a perros de raza grande, mediana o pequeñas parece estar más relacionada con el peso de las diferentes razas que a las particularidades morfológicas de estas.

9.3.5. Discusión del análisis de resultados ayuno / postprandiales

Los estudios del grosor de la pared del estómago y duodeno realizados en fase de ayuno (vacío) y postprandial (distendido) se realizaron en 16 pacientes. Estos se encontraban incluidos en el grupo general y posteriormente se procedió a alimentar y realizar nuevamente un estudio ecográfico en fase postprandial. El análisis de los datos obtenidos se expone a continuación.

Todos los valores obtenidos en los 16 pacientes examinados en ayuno y fase postprandial presentaron una variación sensible en su grosor, siendo este menor en la fase postprandial. Los resultados estadísticos permitieron establecer una diferencia estadísticamente significativa entre la fase de ayuno y postprandial en los puntos de medición del fundus gástrico, cuerpo de estómago, muscular del píloro y duodeno descendente. Aunque en el duodeno proximal y píloro también se mostró esta tendencia, no se obtuvieron resultados estadísticos vinculantes.

Aunque ninguno de los artículos revisados hizo referencia a cambios en el grosor del duodeno proximal y descendente en fase de ayuno y postprandial, sí se refirieron (Agut y col., 1996) a la disparidad de medidas publicadas del grosor del duodeno descendente y postulan como posible causa de esa diferencia, a que algunos autores han podido medir el grosor de la pared en fase de relajación mientras que otros lo hiciesen en fase de contracción del segmento intestinal. La estandarización de las medidas en fase postprandial planteada en nuestro estudio fue realizada en fase de relajación. La presencia de un contenido con patrón mucoso o líquido facilitó la definición del límite de la capa mucosa con su contenido (Penninck y col., 1989).

Se encuentran referencias a la variación del grosor de la pared del estómago atendiendo al grado de distensión de este (Penninck y col., 1989; Seiler y Maï, 2009; Poulsen y col., 2000; Penninck y d'Anjou, 2015), aunque en ninguno de estas referencias se incluye el valor en fase de ayuno o postprandial, siendo por tanto una observación subjetiva basada en la experiencia de los examinadores. Una única

referencia a la contractilidad del duodeno y su vinculación con el grosor de su pared ha sido encontrado (Poulsen y col., 2000). En humanos se ha observado una diferencia de hasta 2 mm entre el grosor de la pared del intestino cuando este se mide en fase de relajación o contracción (Fleischer y col., 1981).

Los datos obtenidos en las medidas de los diferentes segmentos del estómago y duodeno en fase de ayuno y postprandial (tabla nº 52) permiten el análisis pormenorizado de cada región.

	GROSOR AYUNO (mm)	GROSOR POSTPRANDIAL (mm)	DIFERENCIA aproximada GROSOR AYUNO / POSTPR. (mm)
Fundus gástrico	4,2 ± 0,5	3,0 ± 0,6	1,2
Cuerpo estómago	3,7 ± 0,5	3,1 ± 0,7	0,6
Canal pilórico	4,1 ± 0,7	3,7 ± 0,6	0,3
Píloro	5,0 ± 0,6	4,5 ± 0,9	0,4
Musc. del píloro	2,5 ± 0,4	2,1 ± 0,5	0,4
Duodeno prox.	4,1 ± 0,7	3,7 ± 0,6	0,4
Duodeno desc.	5,2 ± 0,7	4,6 ± 0,6	0,7

Tabla nº 52. Valores promedio del grosor de la pared de las diferentes regiones del estómago y del duodeno y muscular del píloro en fase de ayuno y postprandial del grupo de 16 animales estudiados. Se refleja la diferencia (sobre su valor medio) de los dos valores obtenidos.

Las diferencias en el grosor en fase de ayuno y postprandial de las diferentes regiones presentó alguna variación según la zona de estudio (tabla nº 52). El fundus gástrico, presentó una diferencia media de 1,3 mm entre su espesor en fase de ayuno y postprandial. Esta es la mayor de las diferencias entre todas las regiones. La capacidad de distensión de esta porción del estómago es coherente con la diferencia de grosor que presenta en fase de ayuno y postprandial. En el píloro se observó una diferencia de 0,4 mm entre sus dos fases, la misma diferencia que se evidenció en su capa muscular. De esta evidencia puede por tanto deducirse que los

cambios en el grosor de la capa muscular del píloro, entre ambas fases (ayuno y postprandial), es el principal responsable de los cambios de grosor de del píloro, manteniéndose un grosor similar del resto de capas que lo constituyen.

Los datos obtenidos de la diferencia de grosor son sensiblemente menores que los publicados y referenciados en la especie humana (Fleischer y col., 1981) que describen una diferencia en el espesor de la pared de hasta 2 mm. Aunque no existen datos de referencia en el perro, todos los autores mencionados observan una diferencia apreciable en el grosor de la pared del estómago y duodeno descendente.

Debe señalarse que el valor medio de los grosores de las diferentes regiones medidas en fase de ayuno de los 16 perros que incluyen este grupo es muy próximo a los valores obtenidos en el grupo de 93 perros estudiados en fase de ayuno (y donde también están estos incluidos). Únicamente se observa, para el grosor del fundus gástrico una medida con una diferencia mayor de la esperada, siendo el valor medio del grosor del fundus gástrico del grupo de 16 pacientes de 4,2 mm y para el grupo completo de 93 pacientes de 3,8 mm. Analizando la población estudiada puede observarse que en el grupo de menos animales (ayuno / postprandial) se incluyen los dos perros que presentaron un mayor grosor del fundus (con valores de 5,8 y 5,6 mm) que producen una desviación de la muestra y por tanto de su análisis estadístico.

9.3.6. Discusión de los resultados obtenidos en las diferentes regiones anatómicas

Considerando que el numero de pacientes que se han incluido en este trabajo es superior al contemplado en el resto estudios (a excepción del realizado por Delaney que contempló 231 animales), y habiendo limitado la población a aquellos animales incluidos en una única raza, se ha pretendido minimizar las variaciones que puedan existir entre individuos (armonizando el tamaño y pesos de los

individuos). Esto permitirá establecer las comparaciones que puedan concluir los criterios de normalidad específicos para esta raza.

Al realizar las mediciones detalladas de las diferentes regiones anatómicas del estómago y duodeno, se puede observar que la región del cuerpo del estómago presenta un menor grosor cuando se compara con el resto de las regiones estudiadas, siendo las de mayor grosor las regiones del píloro y duodeno descendente. Estas observaciones son diferentes de las apreciadas por otros autores (Agut y col., 1996), que constatan un mayor grosor del canal pilórico en comparación con el píloro o el duodeno proximal. Las diferencias obtenidas se propone que puedan ser debidas a la mayor resolución de las sondas utilizadas para el presente estudio, que han permitido definir más nítidamente los límites interno y externo del píloro. Las medidas fueron obtenidas allí donde la capa muscular del píloro tenía un mayor grosor. Se observaron en este estudio sobre un total de 93 perros, 22 pacientes con mayor grosor del canal pilórico que el del píloro y otros 4 pacientes con un grosor igual en ambas regiones, siendo, por tanto, no concluyente la afirmación de que el grosor del canal pilórico es menor que la del píloro en pacientes sanos de la raza Bulldog Francés.

Diferentes autores han propuesto un grosor de la pared del estómago con límites entre los 3 y 5 mm (Penninck y col., 1989; Agut y col., 1996; Lorient y col., 1997; Poulsen y col., 2000; Nyland y Mattoon, 2002; Frame, 2006), a excepción de Frisch y Gerwing (1996) que amplían el rango hasta los 6 mm y Penninck y D'Anjou (2008) que establecen un límite inferior de 2 mm. Estos rangos de normalidad incluyen a los propuestos en este estudio para los perros de raza Bulldog Francés, aunque estos pueden ser acotados principalmente en su valores inferiores, reduciéndose así los valores de normalidad. Una disminución del grosor de la pared gástrica no ha sido descrita de forma patológica, aunque puede ser evidenciado en cuadros patológicos de dilatación / vólvulo gástrico. La evidencia de esta patología no es confirmada por la disminución de su espesor, siendo por tanto un límite que en la práctica carece de relevancia clínica.

El estudio del grosor del píloro precisará de un análisis pormenorizado. Los valores obtenidos para el grosor de la pared del píloro en perros de raza Bulldog Francés sanos fueron de $5,0 \pm 0,6$ mm en perros adultos, obteniéndose unos resultados de rango objetivamente superiores a los descritos hasta el momento, de 3-4 mm (Agut y col., 1996). El resto de autores, aunque no especifican ninguna región anatómica específica cuando se refieren al grosor de la pared del estómago, establecen un límite superior de grosor en 5 mm, excepto un estudio (Frame, 2006) que establece este límite en 4 mm. Por tanto, de los datos obtenidos en este estudio, puede concluirse que el grosor de la pared del píloro en los perros de raza Bulldog adultos es superior al observado hasta el momento por el resto de autores revisados, pudiéndose atribuir las variaciones observadas a la pertenencia a un estándar racial determinado (Bulldog Francés) y por tanto concluir que la inclusión en esta raza puede observarse como un factor que afecte al grosor la pared del píloro.

El grosor del duodeno proximal en los animales de raza Bulldog Francés incluidos en este trabajo ($4,1 \pm 0,7$ mm) es superior al publicado hasta la actualidad (Agut y col., 1996) que establece un grosor máximo de 4 mm. Como ya se ha señalado anteriormente, los valores referenciados en otro estudio (Penninck y col., 1989) parecen hacer referencia al duodeno proximal. Las publicaciones más recientes (Penninck y col., 2000; Delaney y col., 2003; Frame, 2006; Seiler y Maï, 2009) realizan una revisión de estos valores y todas señalan un grosor del duodeno descendente en valores comprendidos entre los 4 y 6 mm, siendo por tanto muy similares a los obtenidos en este estudio. Aquellos estudios anteriores (Penninck y col., 1989; Agut y col., 1996; Poulsen y col., 2000) que mostraban rangos de normalidad inferiores, próximos a los 3 mm, parecen haber sido realizados en el segmento más proximal del duodeno, no en el descendente que, característicamente, es el segmento de mayor grosor. Los resultados de este trabajo, observando diferencias significativas para la raza Bulldog Francés, proponen una revisión de su grosor, puesto que se puede sugerir un mayor grosor para otras razas diferentes. Este extremo deberá ser respaldado por otros estudios posteriores.

Conclusiones

10. Conclusiones

1. El protocolo de exploración ecográfica del estómago, duodeno proximal y descendente en perros de raza Bulldog Francés, propuesto en este trabajo, permite una valoración correcta y reproducible. Es posible su realización a través de una ventana abdominal ventral.
2. Las diferentes regiones anatómicas del estómago y duodeno presentan un grosor diferente entre ellos, con rangos de confianza característicos, por lo que deben ser estudiados de forma independiente en cada individuo.
3. El duodeno descendente presenta un grosor de su pared superior al resto de las regiones estudiadas del estómago y duodeno. El píloro presenta un mayor grosor que el resto de las regiones gástricas.
4. El duodeno proximal presenta un patrón ecográfico característico, siendo su capa submucosa más prominente.
5. El valor medio del grosor de la pared del estómago para perros de raza Bulldog Francés en el fundus gástrico es $3,8 \pm 0,13$ mm, en el cuerpo gástrico es $3,6 \pm 0,11$ mm, en el canal pilórico es $4,2 \pm 0,14$ mm, en el píloro es $4,7 \pm 0,16$ mm y en la capa muscular del píloro es $2,3 \pm 0,11$ mm.
6. El valor medio del duodeno proximal en perros de raza Bulldog Francés es $4,1 \pm 0,12$ mm y del duodeno descendente de $4,9 \pm 0,12$ mm.
7. Los valores obtenidos en este estudio, en las diferentes regiones del estómago y duodeno en periodo de ayuno, muestran una relación estadísticamente significativa con el peso de los animales, excepto en el canal pilórico.

8. El grosor del fundus gástrico y del duodeno descendente muestran una relación estadísticamente significativa con respecto a la edad de los animales estudiados en fase de ayuno.
9. Las medidas del grosor de la pared de las diferentes regiones del estómago y duodeno en fase de ayuno y fase postprandial son estadísticamente diferentes. El grosor debe ser estudiado en fase de ayuno, cuando es más fiable su estandarización.

Referencias bibliográficas

11. Referencias bibliográficas

1. Agut, A.; Wood, A.K.; Martin, I.C. (1996). Sonographic observations of the gastroduodenal junction of dogs. *Am J Vet Res*, 57(9):1266-1273.
2. Aldrich, J.E. (2007). Basic physics of ultrasound imagin. *Crit Care Med*, 35 (5 Suppl):S131-137.
3. An, Y.J.; Lee, H.; Chang, D.; Lee, Y.; Sung, J.K.; Choi, M.; Yoon, J. (2001). Application of pulsed Doppler ultrasound for the evaluation of small intestinal motility in dogs. *J Vet Sci*, 2(1):71-74.
4. Arnau Vives, A. (2008). *Piezoelectric transducers and applications*. Berlin: Springer. 532 páginas. ISBN: 978-3540775072.
5. Barberet, V.; Baeumlin, Y.; Taeymans, O.; Duchateau, L.; Peremans, K.; van Hoek, I.; Daminet, S.; Saunders, J.H. (2010). Pre and posttreatment ultrasonography of the thyroid gland in hyperthyroid cats. *Vet Radiol Ultrasound*, 51(3):324-330.
6. Barr, F. (1990). *Diagnostic ultrasound in the dog and cat*. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 193 páginas. ISBN: 978-0632053872.
7. Beach, K.W. (1992). 1975-2000: A quarter century of ultrasound technology. *Ultrasound Med Biol*, 18(4):377-388.
8. Beck, C.; Slocombe, R.F.; O'Neill, T.; Holloway S.A. (2001): The use of ultrasound in the investigation of gastric carcinoma in a dog. *Aust Vet J*, 79 (5):332-334.
9. Bellenger, C.R.; Maddison, J.E.; MacPherson, G.C.; Ilkiw, J.E. (1990) Chronic hypertrophic pyloric gastropathy in 14 dogs. *Aust Vet J*, 67(9): 317-320.
10. Berg, R. (1998). *Anatomía topográfica y aplicada de los animales domésticos* (2ª ed.). Madrid: Alfa Centauro. 415 páginas. ISBN: 978-8472880230.
11. Besso, J. (2009). Abdominal ultrasonography. En R. O'Brien y F. Barr (Ed.): *BSAVA Manual of canine and feline abdominal imaging* (págs. 18-28). Gloucester: BSAVA. 250 páginas. ISBN: 978-1905319107.
12. Biller, D.S.; Partington, B.P.; Miyabayashi, T.; Leveille, R. (1994) Ultrasonographic appearance of chronic hypertrophic pyloric gastropathy in the dog. *Vet Radiol Ultrasound*, 35(1):30-33.

13. Blumhagen, J.D.; Coombs, JB. (1981). Ultrasound in the diagnosis of hypertrophic pyloric stenosis. *J Clin Ultrasound*, 9(6):289-292.
14. Blumhagen, J.D.; Nobel, H.G. (1983). Muscle thickness in hypertrophic pyloric stenosis. Sonographic determination. *AJR Am J Roentgenol*, 140 (2):221-223.
15. Boysen, S.R.; Tidwel, A.S.; Penninck, D.G. (2003). Ultrasonographic findings in dogs and cats with gastrointestinal perforation. *Vet Radiol Ultrasound*, 44(5):556-564.
16. Bradley, K. (2009). The small intestine. En R. O'Brien y F. Barr (Ed.): *BSAVA Manual of canine and feline abdominal imaging* (págs. 110-131). Gloucester: BSAVA. 250 páginas. ISBN: 978-1905319107.
17. Brant, W.E.; Helms, C.A. (2012). *Fundamentals of diagnostic radiology*. (4ª ed.). Philadelphia: Williams & Wilkins. 1472 páginas. ISBN: 978-1608319114.
18. Brinkman, E.L.; Biller, D.S.; Armbrust, L.J.; O'Brien, R.T. (2007). The clinical utility of the right lateral intercostal ultrasound scan technique in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc*, 43(4):179-186.
19. Burk, D.L.; Feeney, D.A. (2003). *Small animal radiology and ultrasonography*. (3ª ed.). Missouri: Saunders. 784 páginas. ISBN: 978-0721681778.
20. Carniel, P. (1987). Donaés de base de l'écographie. *Le Point Vét*, 19(105): 199-212.
21. Choi, M.; Seo, M.; Jung, J.; Lee, K.; Yoon, J.; Chang, D.; Park R.D. (2002). Evaluation of canine gastric motility with ultrasonography. *J Vet Med Sci*, 64(1):17-21.
22. Climent, P.S. (1998). *Embriología general. Manual de anatomía y embriología de los animales domésticos*. Zaragoza: Acribia. 382 páginas. ISBN: 978-8420010304.
23. Curry, T.S.; Dowdey, J.E.; Murry R.C. (1990). *Christensen's Physics of Diagnostic Radiology*. Philadelphia: Lea & Febiger. 522 páginas. ISBN: 978-0812113105.
24. Delaney, F.; O'Brien, R.T.; Waller, K. (2003). Ultrasound evaluation of small bowel thickness compared to weight in normal dog. *Vet Radiol Ultrasound*, 44(5):577-580.

25. Diana, A.; Penninck, D.G.; Keating, J.H. (2009). Ultrasonographic appearance of canine gastric polyps. *Vet Radiol Ultrasound*, 50(2): 201-204.
26. Díez Bru, N.; García, I.; Plaza, P. (2004). Ecografía del tracto gastrointestinal en pequeños animales. *Rev AVEPA*, 24(2):87-96.
27. Donald, I. (1974). Sonar: the story of an experiment. *Ultrasound Med Biol*, 1(2):109-117.
28. Done, S.H., Goody, P.C.; Evans, S.A. (1997). *Atlas en color de anatomía veterinaria: el perro y el gato*. Barcelona: Elsevier. 544 páginas. ISBN: 978-8481742008.
29. Douglas, S.W. (1968). Lesions involving the pyloric region of the canine stomach. *Vet Radiol*, 9(1):89-94.
30. Doust, BD.; Masland, NF. (1974). Ultrasonic B-mode examination of the gallbladder. Technique and criteria for the diagnosis of gallstones. *Radiology*, 110(3):643-647.
31. Elwood, C. (2003). Investigation and differential diagnosis of vomiting in the dog. *In Practice*, 25(7):374-386.
32. Evans, H.E.; de Lahunta, A. (2012). *Miller's Anatomy of the dog* (4ª ed). Philadelphia: Saunders. 872 páginas. ISBN: 978-1437708127.
33. Farrow, CS. (2003). *Veterinary diagnostic imaging, the dog and cat*. St Louis: Mosby. 800 páginas. ISBN: 978-0323012058.
34. FCI Federation Cynologique Internationale For Dog Worlwide. Estandar racial Bulldog Francés. Standard N° 101. <http://www.fci.be/es/nomeclatura/BULLDOG-FRANCES-101.HTML>
35. Fleischer, A.C.; Muhletaler, C.A.; James, A.E.Jr. (1980). Sonographic patterns arising from normal and abnormal bowels. *Radiol Clin North Am*, 18(1):145-159.
36. Fleischer, AC., Muhletales, CA. y James, AE. (1981). Sonographics assesment of the bowel wall. *AJR Am J Roentgenol*, 136(5):887-891.
37. Fominaya García, H.; Rodríguez Quirós, J. (2005). *Diagnóstico por imagen a través de casos clínicos en pequeños animales*. Madrid: Luzán 5. 357 páginas. ISBN: 978-8479893079.
38. Fominaya García, H.; Rodríguez Quirós, J. (2006). *Diagnóstico por imagen en pequeños animales. Nuevos casos clínicos*. Madrid: Acalanthis. 380 páginas. ISBN: 978-8493506702.

39. Fominaya García, H. (2010). *Atlas de ecografía clínica abdominal en pequeños animales*. Buenos Aires: Inter-médica. 300 páginas. ISBN: 978-9505553723.
40. Fritsch, R.; Gerwing, M. (1996). *Ecografía de perros y gatos*. Zaragoza: Acriba. 246 páginas. ISBN: 978-8420008158.
41. Frame, M. (2006). Gastrointestinal tract including pancreas. En P. Mannion: *Diagnostic ultrasound in small animal practice*. Iowa: Blackwell Science. 344 páginas. ISBN: 978-0632053872.
42. García Real, I.; Díez Bru, N. (2005). Ecografía del tracto gastrointestinal. *Pequeños Animales*, 10(55):5-15.
43. García-Sancho, M.; Rodríguez-Franco, F.; Canfrán, S.; Carrasco, V.; Villaescusa, A.; Sainz, A. (2011). Hallazgos endoscópicos en esófago y estómago en perros de la raza Bulldog Francés. *Clin Vet Peq Anim*, 31(1): 29-34.
44. Garrido Bullón, A. (1996). *Física del sonido*. Madrid: Sanz y Torres. 398 páginas. ISBN: 978-8488667250.
45. Gaschen, L.; Kircher, P.; Wolfram, K. (2007). Endoscopic ultrasound of the canine abdomen. *Vet Radiol Ultrasound*, 48(4), 338-349.
46. Gladwin, N.E.; Penninck, D.G.; Webster, C.R. (2014): Ultrasonographic evaluation of the thickness of the wall layers in the intestinal tract of dogs. *Am J Vet Res*, 75(4):349-53
47. Goldberg, .B.; Liu, J.B.; Merton, D.A.; Kurtz, A.B. (1990). Endoluminal US: experiments with nonvascular uses in animals. *Radiology*, 175(1):39-45.
48. Grooters, A.M.; Miyabayashi, T.; Biller, D.S.; Merryman, J. (1994). Sonographic appearance of uremic gastropathy in four dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, 35(1):35-40.
49. Gualtieri, M.; Monzeglio, M.G.; Scanziani, E. (1999). Gastric neoplasia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 29(2):415-440.
50. Halfacree, Z. (2010). Surgical diseases of the stomach in small animals. *In practice*, 32(4):138-149.
51. Haller, J.O.; Cohen, H.L. (1986). Hypertrophic pyloric stenosis: Diagnosis using US. *Radiology*, 161(2):335-339.
52. Herring, D.S.; Bjornton, G. (1985). Physics, facts and artifacts of diagnostic ultrasound. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 15 (6):1107-1121.

53. Hilton, L.E.; McLoughlin, M.A.; Johnson, S.E.; Weisbrode, S.E. (2002). Spontaneous gastroduodenal perforation in 16 dogs and seven cats (1982–1999). *J Am Anim Hosp Assoc*, 38(2):176-187.
54. Hoffmann, K.L. (2003). Sonographic signs of gastroduodenal linear foreign body in 3 dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, 44(4):466-469.
55. Homco, LD. (1996). Gastrointestinal tract. En Green, R.W. (Ed.): *Small Animal Ultrasound*. Philadelphia: Lippincott-Raven. 377 páginas. ISBN: 978-0397513871. Wiley-Blackwell
56. Internacional Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.) (2012). *Nómina Anatómica Veterinaria*. Ed. Committee Hannover, Columbia, Gent, Sapporo. http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2012.pdf
57. Junqueira, L.C.; Carneiro, J. (2008). *Histología básica* (11ª ed.). Río de Janeiro: Guanabara Koogan. 524 páginas. ISBN: 978-85-277-1402-0.
58. Kaser-Hotz, B.; Hauser, B.; Arnold, P. (1996). Ultrasonographic findings in canine gastric neoplasia in 13 patients. *Vet Radiol Ultrasound*, 37(1):51-56.
59. Kleine, L.J.; Lamb, C.R. (1999). Comparative organ imaging: The gastrointestinal tract. *Vet Radiol*, 30(3):133-141.
60. Kossoff, G. (2000). Basics physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg*, 24(2):134-142.
61. Kremkau, F.W. (2006). *Diagnostic ultrasound: Principles and instruments*. Philadelphia: Saunders Elseviers. 521 páginas. ISBN: 978-0721631929.
62. Kull, P.A.; Hess, R.S.; Craig, L.E.; Saunders H.M.; Washabau R.J. (2001). Clinical, clinicopathologic, radiographic and ultrasonographic characteristics of intestinal lymphangiectasia in dogs: 17 cases (1996 - 1998). *J Am Vet Med Assoc*, 219(2):197-202.
63. Lamb, C.R. (1990). Abdominal ultrasonography in small animals: intestinal tract and mesentery, kidneys, adrenal glands, uterus and prostate. *J Small Anim Pract*, 31(6):295-304.
64. Lamb, C.R. (1999). Recent developments in diagnostic imaging of the gastrointestinal tract of the dog and cat. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 29(2):307-342.
65. Lamb, C.R.; Grierson, J. (1999): Ultrasonographic appearance of primary gastric neoplasia in 21 dogs. *J Small Anim Pract*, 40(5):211-215.

66. Lamb, C.R.; Mantis, P. (1998). Ultrasonographic features of intestinal intussusception in 10 dogs. *J Small Anim Pract*, 39(9): 437-441.
67. Larson, M.M.; Biller, D.S. (2009): Ultrasound of the gastrointestinal tract. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 39(4):747-759.
68. Lee, H.; Yeon, S.; Lee, H.; Chang, D.; Eom, K.; Yoon, J.; Choi, H.;, Lee, Y. (2005). Ultrasonographic diagnosis: Pylorogastric intussusception in a dog. *Vet Radiol Ultrasound*, 46(4):317-318.
69. Levi, S. (1997). The history of ultrasound in gynecology 1950-1980. *Ultrasound Med Biol*, 23(4):481-552.
70. Liste, F. (2000). Ecografía del tracto gastrointestinal: anatomía ecográfica normal y su utilidad clínica. *Consulta de Difusión Veterinaria*, 8(74):57-66.
71. Loriot, N.; Martinor, S.; Franck, M. (1997). *Ecografía abdominal del perro y el gato*. Barcelona: Masson. 140 páginas. ISBN: 978-8445805008.
72. Machi, J.; Takeda, J.; Sigel, B.; Kakegawa T. (1986). Normal stomach wall and gastric cancer: evaluation with high-resolution operative ultrasound. *Radiology*, 159(1):85-87.
72. Martínez, M.; Pallares, F.J.; Sempere, M.M.; Soler, M.; Ansón, A.; Carrillo, J.D.; Agut, A. (2013). Correlación entre los hallazgos ecográficos y el diagnóstico histopatológico en perros con enfermedad inflamatoria intestinal. *Clin Vet Anim*, 33(3):197-204.
73. Meire, H.B. (1995). An historical review. En H.B. Meire y P. Farrant: *Basic Ultrasound*. (Págs. 1-7). West Sussex: Wiley-Blackwell. ISBN: 978-0471916918.
74. Miller, J.H.; Kemberling, C.R. (1984). Ultrasound scanning of the gastrointestinal tract in the children: subject review. *Radiology*, 152(3): 671-677.
75. Moon, M.L.; Biller, D.S.; Armbrust, L.J. (2003). Ultrasonographic appearance and etiology of corrugated small intestine. *Vet Radiol Ultrasound*, 44(2):199-203.
76. Myers, N.C.; Penninck, D.G. (1994). Ultrasonographic diagnosis of gastrointestinal smooth muscle tumors in the dog. *Vet Radiol Ultrasound*, 35(5):391-397.
77. Newman, P.G.; Rozycki, G.S. (1998). *Surg Clin North Am*, 78(2):179-195.

78. Nodem, D.M. (1990). *Embriología de los animales domésticos*. Zaragoza: Acribia. 422 páginas.
79. Nyland, T.G.; Mattoon, J.S. (2002). *Diagnóstico ecográfico en pequeños animales*. Barcelona: Multimédica. 490 páginas. ISBN: 84-96344-05-3.
80. Paoloni, M.C., Penninck, D.C., Moore, A.S. (2002). Ultrasonographic and clinicopathologic findings in 21 cases of canine intestinal adenocarcinoma. *Vet Radiol Ultrasound*, 43(6):562-567.
82. Patsikas, M.N.; Jakovljevic, S.; Moustardas, N.; Papazoglou, L.G.; Kazakos G.M.; Dessiris, A.K.; (2003). Ultrasonographic signs of Intestinal intussusception associated with acute enteritis or gastroenteritis in 19 young dogs. *J Am Anim Hosp Assoc*, 39(1):57-66.
83. Penninck, D.G. (1998): Characterization of gastrointestinal tumors. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 28(4):777-797.
84. Penninck, D.G.; d'Anjou, M. (2015). *Atlas of small animal ultrasonography* (2ª ed.). Iowa: Blackwell Publishing. 520 páginas. ISBN: 978-1118359983.
85. Penninck, D.G.; Mitchell, S.L. (2003). Ultrasonographic detection of ingested and perforating wooden foreign bodies in four dogs. *J Am Vet medical Assoc*, 233(2):206-209.
86. Penninck, D.G.; Moore, A.S.; Gliatto, J. (1998). Ultrasonography of canine gastric epithelial neoplasia. *Vet Radiol Ultrasound*, 39(4):342-348.
87. Penninck, D.G.; Nyland, T.G.; Kerr, L.Y.; Fisher, P.E. (1990). Ultrasonographic evaluation of gastrointestinal diseases in small animals. *Vet Radiol*, 31(3):134-141.
88. Penninck, D.G.; Nyland, T.G.; Kerr, L.Y.; Fisher P.E (1989). Ultrasonography of the normal canine gastrointestinal tract. *Vet Radiol*, 30 (6):272-276.
89. Penninck, D.G.; Smyers, B.; Webster, C.R.; Rand, W.; Moore, A.S. (2003). Diagnostic value of ultrasonography in differentiating canine enteritis from intestinal neoplasia. *Vet Radiol Ultrasound*, 44(5):570-575.
90. Pibot, P.; Biourge, V.; Elliot, D. (2008). *Enciclopedia de la nutrición clínica canina*. St. Charles: Royal Canin.
91. Poulsen, N.C.; Tobias, R.; Cartee, R.E.; Hittmair, K. (2000). *An atlas and textbook of diagnostic ultrasonography of the dog and cat*. London: Manson. 400 páginas. ISBN: 978-1874545101.

92. Rallis, T.S.; Patsikas, M.N.; Mylonakis, M.E.; Day M.J.; Petanides, T.A.; Papazoglou, L.G.; Koutinas, A.F. (2007). Giant hypertrophic gastritis (Menetrier's-Like disease) in an old english sheepdog. *J Am Vet Medical Assoc*, 43(2):122-127.
93. Rantanen, N.; Ewing, R.L. (1991). Principles of ultrasound application in animals. *Vet Radiol*, 22(5):196-203.
94. RCI. Real Sociedad Canina de España (2010) Listado de Razas Caninas reconocidas por la FCI. http://www.rsce.es/web/index.php?option=com_content&article&id=142&Itemid=266
95. Rhodes, W.H.; Brodey, R.D. (1965). The differential diagnosis of pyloric obstructions in the dog. *Vet Radiol*, 6(1):65-74.
96. Rivers, B.J.; Walter, P.A.; Johnston, G.R.; Feeney, D.A.; Hardy, R.M. (1997). Canine gastric neoplasia: utility of ultrasonography in diagnosis. *J Am Anim Hosp Assoc*, 33(2):144-155.
97. Rudolf, H.; van Schaik, G.; O'Brien, R.T.; Brown R.T.; Barr, F.J.; Hall, E.J. (2005). Ultrasonographic evaluation of the thickness of small intestinal wall in dogs with inflammatory bowel disease. *J Small Anim Pract*, 46(7): 322-326.
98. Saunders, H.M.; Pugh, C.R.; Rhodes, W.H. (1992). Expanding applications of abdominal ultrasonography. *J Am Anim Hosp Assoc*, 28(2):369-374.
99. Schaller, O.; Constantinescu, G.M.; Habel, R.E.; Sack, W.O.; Schaller, O.; Simoens, P.; Vos, N. R. de (2007). *Illustrated veterinary anatomical nomenclature*. Stuttgart: Enke Verlag. 614 páginas. ISBN: 978-3830410690.
100. Schmerr, L.W. (2014). *Fundamentals of ultrasonic phased arrays (Solid mechanics and its applications)*. London: Springer. 392 páginas. ISBN: 978-3319072715.
101. Schwarze, E.; Schröder, L. (1970). *Compendio de anatomía veterinaria. Tomo II. Sistema visceral*. Zaragoza: Acribia. 313 páginas. Depósito Legal: Z-121-1970.
102. Seiler, G.; Maï, W. (2009). The Stomach. En R. O'Brien y F. Barr (Ed.): *BSAVA Manual of canine and feline abdominal imaging* (págs. 87-109). Gloucester: BSAVA. 250 páginas. ISBN: 978-1905319107.
103. Sisson, S.; Grossman, J.D.; Getty, R. (2007). *Sisson y Grossman: anatomía de los animales domésticos*. Barcelona: Elsevier Masson. 2302 páginas. ISBN: 9788445807217.

104. Spiegel, M.R.; Schiller, J.J.; Srinivasan, R.A. (2013). *Probabilidad y estadística* (4ª ed.). Mexico: McGraw-Hill. 427 páginas. ISBN: 978-6071511881.
105. Stander, N.; Wagner, W.M.; Goddard, A.; Kirberger, R.M. (2010): Normal canine pediatric gastrointestinal ultrasonography. *Vet Radiol Ultrasound*, 51(1):75-78.
106. Stouffer, J.R. (2004). History of ultrasound in animal science. *J Ultrasound Med*, 23(5):577-584.
107. Sullivan, M.; Yool, D.A. (1998). Gastric disease in the dog and cat. *Vet J*, 156(2):91-106.
108. Sutherland-Smith, J.; Penninck, D.G.; Keating, J.H.; Webster, C.R. (2007). Ultrasonographic intestinal hyperechoic mucosal striations in dogs are associated with lacteal dilation. *Vet Radiol Ultrasound*, 48(1):51-57.
109. Swann, H.M.; Holt, D.E. (2002). Canine gastric adenocarcinoma y leiomyosarcoma: a retrospective study of 21 cases (1986 - 1999) and literature review. *J Am Anim Hosp Assoc*, 38(2):157-164.
110. Swift, I. (2009). Ultrasonographic features of intestinal entrapment in dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, 50(2):205-207.
111. Tejedor, F.J. (1999). *Análisis de varianza*. Madrid: La Muralla. 136 páginas. ISBN: 978-8476353882.
112. Thrall, DE. (2012). *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. St. Louis: Saunders. 864 páginas. ISBN: 978-1455703647.
113. Tidwell, A.S.; Penninck, D.G. (1992). Ultrasonography of gastrointestinal foreign bodies. *Vet Radiol*, 33(3):160-169.
114. Tsukamoto, A.; Ohno, K.; Tsukagoshi, T.; Maeda, S.; Nakashima, K.; Fukushima, K.; Fujino, Y.; Tsujimoto, H. (2011): Real-time ultrasonographic evaluation of canine gastric motility in the postprandial state. *J Vet Med Sci*, 73(9):1133-1138.
115. Van Der Gaag, I.; Happé, R.P.; Wolvekamp, T.C. (1976). A Boxer dog with chronic hypertrophic gastritis resembling Menetrier's disease in man. *Vet Pathol*, 13(3):172-185.
116. Van Holsbeeck, M.T.; Introcaso, J.H. (2001). Physical principles of ultrasound imaging. En: M.T. van Holsbeeck y J.H. Introcaso (Eds.): *Musculoskeletal ultrasound* (2ª ed.)(Págs. 1-7). St. Louis: Mosby. ISBN: 978-0323000185.

117. Walter, M.C.; Goldschmidt, M.H.; Stone, E.A.; Dougherty, J.F.; Matthiesen, D.T. (1985). Chronic hypertrophic pyloric gastropathy as a cause of pyloric obstruction in the dog. *J Am Vet Med Assoc*, 186(2):157-161.
118. Watson, D.E.; Mahaffey, M.B.; Neuwirth, L.A. (1991). Ultrasonographic detection of duodenojejunal intussusceptions in a dog. *J Am Anim Hosp Assoc*, 27(3):367-369.
119. Wildd, J.J. (1950). The use of ultrasonic pulses for the measurement of biologic tissue and the detection of tissue density changes. *Surgery*, 27(2): 183-187.
120. Williams, D.M.; Rouse, G.A.; Tan-Sinn, P.A. (1990). The gastrointestinal wall layers: an aid in sonographic detection of gastric wall lesions and rectal wall cancer staging. *J Diagn Med Sonogr*, 6(1):13-17.
121. Wyse, C.A.; McLellan, J.; Dickie, A.M.; Sutton, D.G.; Preston, T.; Yam, P.S. (2003). A review of methods for assessment of the rate of gastric emptying in the dog and cat: 1898–2002. *J Vet Intern Med*, 17(5):609-621.

